Hinweis:

Hinsichtlich außer Kraft gesetzter Unfallverhütungsvorschriften, insbesondere des so genannten Maschinenaltbestandes, sowie älterer Richtlinien, Sicherheitsregeln und Merkblätter, die unter ihrer bisherigen ZH 1-Nummer auch weiterhin anzuwenden sind, siehe Internetfassungen des HVBG http://www.hvbg.de/bgvr.

Berufsgenossenschaftliche Information für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

BGI 5100

BG-Information

Sicherheit bei der Hydraulik-Instandhaltung

vom April 2007



Fachausschuss „Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau" der BGZ





Luxemburger Straße 449, 50939 Köln
Telefon: (02 21) 94 37 30
Telefax: (02 21) 94 37 3-603
E-Mail: verkauf@heymanns.com
www.arbeitssicherheit.de

BGI 5100

Verfasser: Berufsgenossenschaftlicher Arbeitskreis „Hydraulik und Pneumatik" beim Fachausschuss „Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau (FA MFS)",
Wilhelm-Theodor-Römheld-Straße 15, 55130 Mainz,
Fragen zur BG-Information beantwortet der Obmann:
Reinfried Stollewerk,
Telefon: +49 / 06131/ 802-15077,
Telefax: +49 / 06131 /802-11600,
r.stollewerk@bgmet.de,
www.bg-metall.de.

Herausgeber: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG),
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz –
BGIA, Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin,
Telefon: +49 / 02241 / 231 - 01,
Telefax: +49 / 02241 / 231 - 1333,
Internet: www.hvbg.de.

Inhaltsverzeichnis

Berufsgenossenschaftliche Informationen (BG-Informationen) enthalten Hinweise und Empfehlungen, die die praktische Anwendung von Regelungen zu einem bestimmten Sachgebiet oder Sachverhalt erleichtern sollen.

BG-Informationen richten sich in erster Linie an den Unternehmer und sollen ihm Hilfestellung bei der Umsetzung seiner Pflichten aus staatlichen Arbeitsschutzvorschriften und/oder Unfallverhütungsvorschriften geben sowie Wege aufzeigen, wie Arbeitsunfälle, Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren vermieden werden können.

Der Unternehmer kann bei Beachtung der in den BG-Informationen enthaltenen Empfehlungen, insbesondere den beispielhaften Lösungsmöglichkeiten, davon ausgehen, dass er damit geeignete Maßnahmen zur Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren getroffen hat. Sind zur Konkretisierung staatlicher Arbeitsschutzvorschriften von den dafür eingerichteten Ausschüssen technische Regeln ermittelt worden, sind diese vorrangig zu beachten.

Soweit in BG-Informationen verbindliche Inhalte aus staatlichen Arbeitsschutzvorschriften oder aus Unfallverhütungsvorschriften wiedergegeben werden, sind sie durch Fettdruck kenntlich gemacht oder im Anhang zusammengestellt. Erläuterungen, insbesondere beispielhafte Lösungsmöglichkeiten, sind durch entsprechende Hinweise in Kursivschrift gegeben.

Vorbemerkung

Seit etwa 1950 werden vermehrt hydraulische Komponenten als Baukastenelemente hergestellt und in Anlagen bzw. Maschinen zur Erfüllung verschiedenster Aufgaben eingesetzt.

Der besondere Vorteil der Hydraulik ist die hohe Energiedichte, d.h. mit kleinen Komponenten können sehr große Leistungen umgesetzt werden.

Am Anfang erfolgte die Bedienung der hydraulischen Steuerelemente rein manuell. Mit der technischen Entwicklung wurde zunehmend die Kombina-

tion mit elektrischen bzw. elektronischen Bauelementen vorangetrieben. Heute bestehen z.B. automatisierte Fertigungsanlagen aus einer Fülle verketteter, komplexer Baugruppen.

Die Einsatzmöglichkeiten der Hydraulik sind sehr vielfältig. Sie reichen vom Mikrobereich über den Maschinen- und Anlagenbau bis zur Luft- und Raumfahrt.

In der Hydraulik wird zur Energieübertragung eine Druckflüssigkeit verwendet, mit der Bewegungen oder Kräfte erzeugt werden. Im allgemeinen Maschinenbau wird mit Drücken bis 350 bar und in Sonderfällen, z.B. in der statischen Umformtechnik, mit bis zu 5000 bar gearbeitet.

Diese BG-Information wendet sich an Personen, die Arbeiten an Maschinen und Anlagen mit hydraulischer Ausrüstung ausführen.

Da bei der Montage und Instandhaltung von Maschinen häufig in Bereiche eingegriffen werden muss, die beim normalen Betrieb der Anlagen nicht zugänglich, d.h. gesichert sind, müssen bei diesen Arbeiten besondere Schutzmaßnahmen getroffen werden.

In dieser BG-Information werden Gefährdungen und Maßnahmen zu deren Abwendung aufgezeigt sowie Hinweise zur sicheren Durchführung von Instandhaltungsarbeiten gegeben.

1 Instandhaltung von Maschinen, Anlagen und Fahrzeuganbauten mit hydraulischer Ausrüstung

1.1 Allgemeines

Bei allen Arbeiten an hydraulischen Systemen und Anlagen sind die Hinweise des Maschinen- oder Anlagenherstellers hinsichtlich Kenntnisse und Ausbildung sowie Inbetriebnahme und Instandhaltung zu beachten.

Ersatzteile müssen den Spezifikationen des Maschinenherstellers entsprechen. Dies bedeutet, dass alle einzubauenden Teile, insbesondere dem maximalen Betriebsdrücken entsprechend ausgewählt werden und für die in der Anlage verwendete Druckflüssigkeit geeignet sein müssen.

Gefahrenhinweise und Sicherheitsmaßnahmen, unter anderem aus dem Sicherheitsdatenblatt der eingesetzten Hydraulikflüssigkeit, sind in einer Betriebsanweisung aufzunehmen und umzusetzen (siehe Abschnitt 2.1).

Der Umbau von Maschinen und Anlagen kann eine wesentliche Änderung im Sinne des Geräte- und Produktsicherheitsgesetzes darstellen, bei der gegebenenfalls zusätzliche Sicherheitsanforderungen zu berücksichtigen und weitere Maßnahmen zu beachten sind. Daher sollte vor Umbauten Rücksprache mit dem Hersteller genommen werden.

Merke:	Der Umbau einer Maschine kann eine erneute Konformitätsbewertung erfordern!



Bild 1: Instandhalter bei Wartungsarbeiten

1.2 Qualifikation der Instandhalter

Der Instandhalter muss auf Grund seiner Ausbildung, Berufserfahrung und Tätigkeit mit dem Aufbau von hydraulischen Komponenten und Anlagen vertraut sein. Er sollte eine abgeschlossene Berufsausbildung haben, z.B. als

- Industriemechaniker,
- Mechatroniker,
- Anlagenmechaniker,
- KFZ-Mechaniker
  oder
- Landmaschinenmechaniker.

Weiterhin muss der Instandhalter über die auftretenden Gefährdungen und die sich hieraus ergebenden Schutzmaßnahmen unterwiesen sein. Grundsätzliche Pflichten der Beschäftigten ergeben sich auch auf Grund der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV A1); siehe Anhang1 Buchstabe F.

Für die Planung und Durchführung von Instandhaltungsarbeiten ist erforderlich, mindestens die

- Funktions- und Schaltpläne,
- Betriebsarten,
- Maschinenabläufe,
- Verknüpfungen zu anderen Technologien (mechanisch, elektrisch, elektronisch)

zu verstehen. Die Methoden der systematischen Fehlersuche müssen angewendet werden können.

Reichen die vorstehend aufgeführten Kenntnisse nicht aus, müssen anlagenspezifische Informationen vom Maschinenhersteller angefordert werden.

Arbeiten an elektrischen Teilen von Maschinen und Anlagen sind mit besonderen Gefährdungen verbunden. Daher dürfen diese Arbeiten nur von elektrotechnisch geschulten und unterwiesenen Personen, z.B. Elektrofachkräften, durchgeführt werden.

1.3 Gefährdungen bei Arbeiten an der Hydraulik

Bei Arbeiten an der Hydraulik können folgende Gefährdungen auftreten:

- Unkontrollierter Austritt des Druckmediums,
- unbeabsichtigte Maschinenbewegungen,
- wegfliegende oder berstende Teile,
- Hauterkrankungen,
- Lärm.

Unkontrollierter Austritt des Druckmediums

Bei Bruch von Leitungen, beim Lösen von Verbindungselementen, die noch mit Druck beaufschlagt sind, bei Beschädigungen von Hydraulik-Schlauchleitungen (siehe Bild 2) oder durch Einwirken von unzulässig hohen Kräften muss mit dem Austreten von Druckflüssigkeit gerechnet werden. Die Folgen können sein:

- Augenschädigung,
- Eindringen in die Haut (Vergiftung),
- Brandgefahr, wenn Zündquellen, z.B. Öle auf heißen Oberflächen, vorhanden sind,
- Rutschgefahr an Arbeitsplätzen und Verkehrswegen,
- Gefährdung durch unbeabsichtigte Maschinenbewegungen,
- Umweltgefährdungen, z.B. Eindringen ins Erdreich/Grundwasser.

Unzulässig hohe Kräfte können auftreten durch

- falsch eingestellte Druckventile,
- Veränderungen, z.B. an Drosseln,
- falsch ausgelegte Ventile (zu schnell schaltend),
- von außen einwirkende Lasten,
- unbeabsichtigte Druckübersetzungen an Zylindern.

Unbeabsichtigte Maschinenbewegungen können ausgelöst werden durch

- unbeabsichtigtes Betätigen von Befehls- oder Steuergeräten, wie Taster, Hebel, steuernde Lichtschranken, Näherungsschalter, Handhilfsbetätigungen, sowie Störungen durch Magnetfelder,
- Fehler in der Steuerung,
- Energietrennung, Energiezufuhr, Restenergie,
- Versagen von Bauteilen,
- Verschmutzung der Hydraulikflüssigkeit.

Restenergie in einer Anlage kann vorhanden sein, wenn

- Druckspeicher (hydraulisch/pneumatisch) in der Anlage sind,
- Lasten hochgehalten werden,
- Spannkräfte vorhanden sind,
- Bauteile gegeneinander verspannt sind.

Ursachen für das Bauteilversagen können z.B. sein:

- Zu hoher Systemdruck,
- Verschleiß und Materialermüdung, z.B. Ventilfedern,
- hängen bleibende Ventile,
- Überlastung durch zu hohe dynamische Druckspitzen,
- ungeeignete oder verschmutzte Druckflüssigkeiten.

Wegfliegende oder berstende Teile können Folge sein von

- überbeanspruchung von Komponenten, z.B. durch zu hohe Betriebsdrücke oder Druckspitzen,
- Materialermüdung,
- falsch ausgewählte Bauteile (Normteile).

Hierzu zählt auch das Umschlagen (Peitschen) von an einem Ende abgerissenen Hydraulik-Schlauchleitungen.



Bild 2: Geborstene Hydraulik-Schlauchleitung

Beim Kontakt mit Druckflüssigkeiten können **hautgefährdende Wirkungen** auftreten (siehe Abschnitt 2). Dämpfe von Druckflüssigkeiten können beim Einatmen Atemwegsreizungen verursachen.

Lärmemission wird nicht nur vom Pumpenaggregat verursacht, auch der durch den Arbeitsprozess erzeugte Lärm von Maschinen kann z.B. bei Fehlersuche, Probebetrieb und dergleichen einen erheblichen Schallpegel verursachen. Daher hat der Hydraulik-Instandhalter bei gesundheitsschädigender Lärmemission Gehörschutz zu benutzen.

Je nach Instandhaltungsarbeit können eine oder mehrere Gefährdungen gleichzeitig auftreten. Dementsprechend müssen mehrere Schutzmaßnahmen zur Anwendung kommen. Die wichtigsten Schutzmaßnahmen werden in den einzelnen Abschnitten dieser BG-Information erläutert. Bei Bedarf wird auf andere Informationsschriften verwiesen.

1.4 Elektrische Gefährdungen

Bei Arbeiten an elektrischen Teilen von Maschinen und Anlagen können besondere Gefährdungen auftreten, wie

- direkte und indirekte Berührung von spannungs- bzw. stromführenden Teilen,
- Körperströme,
- Lichtbogen/-entladungen,
- Spannungsverschleppung, z.B. bei mangelhafter Erdung,

und insbesondere die Gefährdungen durch „Arbeiten in engen Räumen", wozu auch die Maschineninnenräume und metallische Fahrzeugaufbauten zählen, siehe BG-Information „Arbeiten in engen Räumen" (BGI 534).

Daher dürfen diese Arbeiten nur von elektrotechnisch geschulten und unterwiesenen Personen, z.B. Elektrofachkräften, durchgeführt werden.

1.5 Planung der Arbeiten

Unfälle treten meist auf, wenn keine oder unzureichende organisatorische Vorbereitungen der Instandhaltungsarbeiten getroffen wurden. Eine weitere Ursache ist die Durchführung der Arbeiten unter Zeitdruck. Weiterhin wird häufig einfach „nur noch instand gesetzt", anstatt die Ursachen der Störung zu ermitteln und zu beseitigen. Ferner kann jahrelange Routine zu Selbstüberschätzung oder zu einer Fehleinschätzung führen, wenn die praktizierte Arbeitsweise nicht mehr hinterfragt wird.

Voraussetzung für die sichere Instandhaltung ist eine sorgfältige Planung der Arbeiten, einschließlich der Berücksichtigung oder Erstellung von Instandhaltungsanweisungen.

Die Planung umfasst:

- Den Ablauf der Vorgehensweise,
- die Auswahl der Instandhalter nach ihrer Qualifikation,
- die erforderliche Anzahl der Instandhalter nach zu leistendem Arbeitsumfang

  und
- die zu verwendenden Arbeitsmittel, wie Werkzeuge und Geräte.

Bei der Festlegung der Arbeitsschritte müssen auftretende Gefährdungen durch Schutzmaßnahmen minimiert werden. Treten während der Arbeiten neue Gefährdungen auf, müssen auch diese durch Risikobewertung und zusätzliche Schutzmaßnahmen minimiert werden.

Die Instandhaltungsanweisung sollte mindestens Folgendes beinhalten:

- Hinweise zur systematischen Fehleranalyse (siehe Abschnitt 3),
- Bereitstellung eventuell auszutauschender Komponenten, Sonderwerkzeuge und Hilfsmittel,
- Hauptschalter der Energiezufuhr, z.B. elektrisch, hydraulisch, pneumatisch, sichern,
- Abbau von Restenergien (auch in verbundenen Teilen),
- Abstützen hochgehaltener Lasten,
- Methode(n) zum Abbauen des Systemdruckes,
- Prüfung des drucklosen Zustandes,
- gegebenenfalls weitere zu ergreifende Schutzmaßnahmen (siehe Anhang 1 Buchstabe B).

Es müssen sichere Zugänge zu den Eingriffspunkten vorhanden sein, z.B. Arbeitsbühnen, Podeste.

Die wichtigsten Sicherheitsmaßnahmen für die Hydraulik-Instandhaltung lassen sich als **Fünf-Finger-Regel der Fluidtechnik** wie folgt zusammenfassen:

Merke: **Fünf-Finger-Regel der Fluidtechnik:**

1. Energiezufuhr trennen
2. Gegen Wiederzufuhr sichern (Bild 3),
3. System drucklos machen, einschließlich vorhandener Druckspeicher, hochgehaltene Lasten absenken oder unterbauen, Restenergien abbauen
4. Druckfreiheit prüfen
5. Gefährdungen durch benachbarte Anlagen verhindern



Bild 3: Sichern gegen Wiedereinschalten durch abschließbare Kugelhähne

Arbeiten mehrere Personen bei der Instandhaltung einer hydraulischen Anlage zusammen, ist ferner ein Verantwortlicher zu bestimmen, der die Arbeiten festlegt und überwacht.

Neben den unmittelbaren Gefährdungen durch die Hydraulik sind auch sekundäre, wie Absturzgefahren, zu berücksichtigen.

Zur systematischen Verbesserung der Arbeitssicherheit bei Instandhaltungsarbeiten sollten

– durchgeführte Arbeiten protokolliert,
– Instandhaltungsanweisungen überprüft und gegebenenfalls aktualisiert

  und
– eventuell vorgenommene technische Änderungen in die Dokumentation der Maschine oder Anlage aufgenommen

werden.

2 Umgang mit Hydraulikflüssigkeit

2.1 Hautschutz

Hydraulikinstandhalter sind es gewohnt, bei ihrer Tätigkeit „schmutzige Hände" zu bekommen. Die tägliche intensive Hautreinigung wird scheinbar problemlos vertragen, so dass man sich in der Regel wenig Gedanken darüber macht, ob die Haut – das größte menschliche Organ – das auf Dauer schadlos verträgt. Die in den Ölen oder Fetten enthaltenen Legierungsbestandteile und Additive können allergisierend bzw. sensibilisierend wirken.

Mangelndes Problembewusstsein hierfür ist ein Grund dafür, dass Hauterkrankungen zu den häufigsten berufsbedingten Erkrankungen in Metallbetrieben gehören.

Das Organ Haut ist das Bindeglied zwischen dem menschlichen Immunsystem einerseits und der „Außenwelt" andererseits. Insbesondere Fette auf der äußeren Hautschicht bilden einen wirksamen aber auch verletzlichen Schutz vor schädigenden Einflüssen. Häufiges Waschen, besonders mit fettlösenden Substanzen, beschädigt diese Schutzschicht. Falls es dem Körper nicht mehr gelingt, diese Beschädigungen innerhalb der Arbeitspausen zu reparieren, kommt es zur Austrocknung der Haut mit Rissbildungen und Rötungen, kurz dem „Abnutzungsekzem". In zweiter Linie „pfropft" sich nicht selten im weiteren Verlauf zusätzlich ein „allergisches Ekzem" auf, da potentiell allergieauslösende Stoffe bei bereits vorgeschädigter Haut leichter in tiefere Regionen des Hautorgans vordringen

können. Je nach persönlicher Veranlagung können derartige Reaktionen bereits relativ kurz nach ersten beruflichen Hautbelastungen oder auch erst nach vielen Jahren oder Jahrzehnten der Ausübung hautbelastender Tätigkeiten auftreten.

Hat sich eine berufsbedingte allergische Hauterkrankung eingestellt, sind die Folgen – beruflich und auch privat – oft gravierend. Da der Kontakt mit allergieauslösenden Stoffen in der Regel nicht vollständig vermieden werden kann, droht unter Umständen der Verlust des Arbeitsplatzes.

Was kann getan werden?

Es gibt viele Möglichkeiten, die Haut auch bei stark schmutzenden Tätigkeiten weitgehend gesund zu erhalten. Wichtigste Voraussetzung ist zunächst, dass jeder das richtige Verständnis für die Verletzbarkeit seiner Haut entwickelt.

Der Unternehmer hat den Hautschutz betrieblich zu regeln, z.B. über einen Hautschutzplan. Dabei sollten die Experten (Betriebsarzt, Aufsichtsperson) einbezogen werden und betriebliche Erfahrungen berücksichtigt werden.

Nr. 000 Muster

Betriebsanweisung

gemäß § 14 der Gefahrstoffverordnung

Stand: 13. 12. 2006

Betrieb: Bereich: Werkstatt, Lager

Hydrauliköle

Hydrauliköle von hoher Viskosität: hochraffinierte Mineralöle mit Additiven

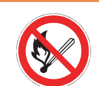
Gefahren für Mensch und Umwelt

Hydrauliköle sind brennbar. Dämpfe, die bei sehr starker Erwärmung frei werden, und Sprühnebel können mit Luft explosionsfähige Gemische bilden. Es besteht Entzündungsgefahr ölgetränkter Kleidung.

Häufiger oder lang anhaltender Kontakt mit den Produkten, auch durch ölgetränkte Kleidung, kann Hauterkrankungen, z.B. Entzündungen, Ausschlag, Ölakne, verursachen.
Produkte, die bei der Verwendung hohen Temperaturen ausgesetzt sind, können sich mit gesundheitsgefährdenden Stoffen anreichern.

Auslaufenden Hydrauliköl ist wassergefährdend.

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



Hydrauliköle nur über Auffangwannen lagern und abfüllen; Verspritzen vermeiden.
Auffangwannen nicht mit Gebinden überfüllen und nicht zur Ablage anderer Materialien benutzen.
Zündquellen fernhalten, nicht rauchen. Schmierstoffe nicht vernebeln.
Behälter geschlossen halten und vor Erwärmung schützen.
Getränkte Putzlappen in nicht brennbarem, geschlossenem Behälter aufbewahren.
Putzlappen regelmäßig erneuern.
Befüllte Behälter kennzeichnen, schadhafte Kennzeichnungen erneuern.
Niemals Lebensmittelgefäße oder damit zu verwechselnde Gefäße benutzen.



Handschutz: bei längerem Umgang beständige Chemikalien-Schutzhandschuhe
Hautschutz: siehe Hautschutzplan



Kontakt mit der Haut und Kleidung vermeiden.
Getränkte Kleidung sofort wechseln und erst nach der Reinigung wieder anziehen.
Verschmierte Putzlappen nicht in die Taschen der Arbeitskleidung stecken.
Nach dem Umgang Hände waschen und Pflegecreme auftragen.
Zur Hautreinigung keine Lösemittel, Verdünner, Benzin oder dergleichen verwenden.

Verhalten im Gefahrfall (Unfalltelefon: siehe Aushang)



Nach Auslaufen sofort mit Ölbindemittel (............................) aufnehmen und in Abfallbehälter geben; Raum gut lüften. Vorsicht, Rutschgefahr durch schmierigen Boden.

Feuerlöscher für Brandklasse B, kein Wasser: ....

Im Brandfall besteht Berstgefahr geschlossener erhitzter Behälter,

Öllager im Gefahrfall verlassen.

Fluchtweg: siehe Kennzeichnung der Rettungswege und Notausgänge



Erste Hilfe (Ersthelfer: siehe Aushang)

Nach Hautkontakt:	gründlich mit Wasser und Seife abwaschen, getränkte Kleidung zuvor entfernen.
Nach Augenkontakt:	bei offenem Lidspalt und zum äußeren Lidspalt hin zehn Minuten unter fließendem Wasser ausspülen, Augenarzt konsultieren.
Nach Verschlucken:	**Erbrechen nicht anregen**, Arzt konsultieren.
Nach Ölinjektion:	z.B. nach Eindringen von Öl unter die Haut unverzüglich Arzt aufsuchen!

Sachgerechte Entsorgung

Abfälle in gekennzeichneten nicht brennbaren Behältern (............................) sammeln; Abfallbehälter und leere Behälter geschlossen halten, spätestens am Schichtende leeren bzw. aus dem Arbeitsraum entfernen.

Datum, Unterschrift: ....

Quelle : www.bgglaskeramik.de

Bild 4: Muster einer Betriebsanweisung für Hydrauliköl

2.1.1 Arbeitskleidung

Für den Hydraulik-Instandhalter ist keine besondere Schutzkleidung vorgeschrieben. Arbeitsanzüge, die in Ergänzung oder zum Schutz der Privatkleidung getragen und verschmutzt werden, müssen regelmäßig gereinigt werden. Für jeden Instandhalter sollten mindestens zwei, besser drei Anzüge zur Verfügung stehen, um auch bei unvorhersehbaren Verschmutzungen mit Hydraulikflüssigkeiten immer einen sofortigen Wechsel sicher zu stellen.

Merke:	Verschmutze Kleidung muss sofort gewechselt werden. Verschmutze Putzlappen dürfen nicht in die Hose gesteckt werden.

Naturgemäß haben die Hände meistens den intensivsten Kontakt zu den – möglicherweise schädigenden Arbeitsstoffen. Den besten Schutz bieten geeignete Schutzhandschuhe (siehe Bild 5). Geeignet bedeutet, dass sie gegenüber den Stoffen, gegen die sie schützen sollen, besonders standhaft sind. Für den Umgang mit Hydraulik-, Maschinen-, Motoren- und Getriebeölen gelten Handschuhe aus folgendem Material als geeignet:

- Acrylnitril-Butadien, Rubber, Nitrilkautschuk, Nitrillatex (NBR),
- Chloroprenkautschuk (Neopren) (CR),
- Isobutylen-Isopropen-Rubber (Gummi) = Butylkautschuk, Butyl (IIR).

Unterschiedliche Aufgabenstellungen bei der Instandhaltung erfordern Ergänzungen der normalen Schutzkleidung, z.B.

- Überkopfarbeiten: Handschuhe mit Stulpen,
- Fehlersuche und Dichtigkeitsprüfungen: Helm mit Visier,
- Komponentenaustausch: Einweghose Typ 4.

Merke:	In der Nähe drehender Teile dürfen keine Handschuhe getragen werden.



Bild 5: Persönliche Schutzausrüstungen beim Ölwechsel

2.1.2 Hautmittel

Unter diesem Oberbegriff werden verstanden:

- Hautschutzmittel,
- Hautreinigungsmittel,
- Hautpflegemittel.

Bei den zu erwartenden schädigenden Stoffen handelt es sich um nicht wassermischbare Arbeitsstoffe. Einige Berufsgenossenschaften und Hersteller von Hautpflegemitteln haben, abhängig von der Wirkung einzelner schädigender Stoffe, inhaltlich und farblich unterschiedliche Hautschutzpläne erarbeitet. Der in Bild 6 dargestellte gelbe Hautschutzplan nennt eine Auswahl geeigneter Hautschutzmittel, Hautreinigungsmittel und Hautpflegemittel zur Anwendung bei Kontakt zu nicht wassermischbaren Arbeitsstoffen.

Grundsätzlich sollte neben dem passenden Hautschutzmittel eine möglichst schonende Hautreinigung sowie nach der Arbeit eine ausreichende Versorgung der Haut insbesondere mit Fett und Feuchtigkeit angestrebt werden. Die möglichst konsequente Anwendung geeigneter Hautschutzmittel oder Schutzhandschuhe vermindert bzw. verhindert die Verschmutzung der Haut und erlaubt dadurch die Verwendung schonenderer Hautreinigungsmittel.

		Hautschutz- und Hygieneplan „Instandhaltung“			
		Hand-schuhe	Hautmittel für		
			Haut-schutz	Haut-reinigung	Haut-pflege
Hautkontakt zu nicht wassermisch-baren Hydraulik-flüssigkeiten		Sahara 100 Dextram 376 Contact NB20C SolVex 37-675	Lindesa O Liga pro Herwesan Olio-Sansibon pr 88 Travabon	Lindapur plus Ivraxo soft B Herculan Topscrub pr clean plus Praecutan plus	Lindesa Ligana HPC Herwe Cura Cura Soft pr 2000 Stokolan

Produkte entnommen aus: BG-Information (BGI 658) „Hautschutz in Metallbetrieben“
(Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit)

Bild 6: Hautschutzplan

2.1.3 Anwendung der Hautmittel

Hautmittel können nur dann den gewünschten Erfolg erzielen, wenn alle drei Hautmittel (Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel),

– regelmäßig (täglich, vor Arbeitsbeginn, vor und nach Pausen und nach der Arbeit)

  und

– richtig (siehe Herstellerangabe)

verwendet werden.

2.2 Auslaufende Hydraulikflüssigkeit

Das Auslaufen von Hydraulikflüssigkeit ist zu verhindern, da verölte Arbeitsflächen und Trittflächen auf Maschinenpodesten sowie verölte Hallenböden Rutschgefahren bergen, Werkzeuge an Schlüsselflächen oder Bauteilen leichter abrutschen können und Brandgefahren entstehen können. Getragene Handschuhe sind als

persönliche Schutzausrüstungen frei von Hydraulikflüssigkeit zu halten oder auszutauschen.

Zur Verhinderung von benetzten Maschinenpodesten oder Fahrzeugtrittflächen sind passende Auffangwannen hilfreich. Hierzu zählen auch angepasste Wannen für Instandsetzungsarbeiten an der Mobilhydraulik im Freien oder auf Baustellen. Ausgebaute Hydraulikkomponenten, wie Pumpen oder Ventile, beinhalten immer noch Mengen der Hydraulikflüssigkeit und sind in ausreichend großen Wannen zwischenzulagern.

Das Einlassen von Auffangwannen in den Hallenbodenbereich von Werkstätten unterhalb der Maschinen vor deren Aufstellung stellt einen wirkungsvollen Schutz vor Rutschgefahren auf Hallenböden dar.

Bei Bedarf müssen Ölbindemittel, Kehrgerät und Entsorgungsbehälter umgehend zur Gefahrstelle gebracht werden, um ausgelaufenes Hydrauliköl aufzunehmen und damit Rutschgefahren zu beseitigen. Ölsaugtücher helfen, Ölreste an Maschinenteilen zu entfernen.



Bild 7: Handwagen zum Transport von Ölbindemittel

Merke:	Ausgelaufene Hydraulikflüssigkeit ist sofort und vollständig zu entfernen.

Zur Reduzierung des Auslaufens von Hydraulikflüssigkeiten erlauben einige Maschinenhersteller, Vakuumpumpen (siehe Bild 8) einzusetzen, die nach dem Verschließen aller Tankentlüftungen über einen Anschluss mittels spezieller Tankdeckel den Hydrauliktank unter leichten Unterdruck versetzen.



Bild 8: Vakuumpumpen für Mobilhydrauliktank in 24V DC- bzw. 230V AC-Ausführung

2.3 Suche nach Leckagestellen

Eine Suche nach Leckagestellen an Maschinen ist möglichst bei reduziertem Systemdruck und mit persönlichen Schutzausrüstungen, z.B. Handschuhe, Gummi-Schutzkleidung, Schutzbrille oder Helm mit Visier, sowie unter Zuhilfenahme von Hilfsmitteln, wie Löschpapieren, systematisch durchzuführen.

Es ist zu beachten, dass die an Leckagestellen (Risse, Spalt) unter hohem Druck austretende Hydraulikflüssigkeit beim Auftreffen auf Körperstellen schwerste Verletzungen bzw. Vergiftungen verur-

sacht! Auch die Verwendung von Arbeitsschutzkleidung einschließlich Schutzhandschuhen bietet keinen vollständigen Schutz.

Merke:	Von möglichen Leckagestellen ist in jedem Fall Abstand zu halten!

2.4 Austausch der Druckflüssigkeit

Die verwendete Druckflüssigkeit muss mit den Vorgaben des Maschinen- bzw. Anlagenherstellers bzw. der Komponentenhersteller übereinstimmen. Hierbei müssen die Materialien der eingesetzten Dichtungselemente berücksichtigt werden.

Beim Austausch der Druckflüssigkeit ist darauf zu achten, keinerlei Verschmutzung in den Tank oder andere Teile des Hydraulikkreislaufes einzubringen. Zur Erzielung der gewünschten Reinheitsklasse muss auch frisch angeliefertes Hydrauliköl gefiltert werden.

3 Fehlersuche

Selbstverständlich ist eine vorbeugende Wartung und Instandhaltung, insbesondere die regelmäßige Kontrolle der Ölreinheit die beste Methode, um Fehler und Störungen bereits im Vorfeld zu minimieren. Trotzdem können beim Betrieb einer hydraulischen Anlage oder Maschine Störungen und Fehler auftreten, die den allgemeinen Funktionsablauf aber auch die Sicherheit der hydraulischen Anlage oder Maschinen beeinträchtigen.

Neben der Beeinträchtigung der Produktqualität können hierdurch Gefährdungen entstehen (siehe Abschnitt 1.3), durch welche ein sicheres Arbeiten mit der Maschine nicht mehr gewährleistet ist.

Es ist daher wichtig, dass der Maschinenführer alle auftretenden Störungen und Fehler unmittelbar an den Vorgesetzten oder die Instandhaltungsabteilung mitteilt. Durch diese Personen ist zu entscheiden, ob mit der Maschine weitergearbeitet werden kann oder ob eine Reparatur unmittelbar durchgeführt werden muss.

Merke:	Fehler in hydraulischen Maschinen oder Anlagen sind unmittelbar dem Vorgesetzten zu melden.

Vor Beginn der Fehlersuche ist der Arbeitsablauf festzulegen. Dieser umfasst neben der Planung der eigentlichen Fehlersuche auch die Maßnahmen zur Sicherung des Arbeitsbereiches (d.h. des Gefahr- und Wirkbereiches) sowie die erforderlichen Schutzeinrichtungen.

Merke:	Fehlersuche und Reparatur dürfen nur von hierfür ausgebildeten Personen durchgeführt werden.

Zu Beginn der Fehlersuche sollten die notwendigen technischen Unterlagen und Informationen vorliegen, z.B. Betriebsanleitung, Schaltpläne einschließlich Messstellen, Stückliste. Falls bei älteren Anlagen kein Hydraulikschaltplan mehr gefunden werden kann, sollte anhand Aufbau, Beschilderung und der Kennzeichnung der Bauteile eine Schaltskizze erstellt werden.

Die Maschinenführer sollten hinsichtlich Fehlerverhalten, Störungen und Reaktionen der Maschine und Anlage befragt werden. Falls vorhanden, sollte das Wartungsbuch dahingehend eingesehen werden, ob diese oder ähnliche Störungen schon einmal aufgetreten sind. Darüber hinaus sind die Fehlerlisten in der Betriebsanleitung des Herstellers mit heranzuziehen.

Merke:	Für die Fehlersuche müssen technische Unterlagen der Anlage/Maschine vorliegen.

Falls bei der Fehlersuche von den Arbeitsweisen des normalen Betriebes abgewichen werden muss, z.B. Probeläufe, Einrichten, Anfahren, bzw. zur Lokalisierung der Fehler gegebenenfalls ein oder mehrere Zyklen mit der fehlerhaften Maschine gefahren werden müssen, ist sicherzustellen, dass die an der Maschine vorhandenen Schutzeinrichtungen (bewegliche Schutzeinrichtungen, Zweihandschaltungen, Lichtschranken) auch in dieser Phase aktiv sind. Auf Grund des aufgetretenen Fehlers sind maschinenbezogen gegebenenfalls weitere (auch organisatorische) Maßnahmen zu treffen,

um bei der Fehlersuche eine Gefährdung von Mitarbeitern zu verhindern (weiträumige Abschrankung mit Ketten, Hinweisschilder, reduzierte Geschwindigkeit und reduzierter Druck).

Bei der Fehlersuche sollten Betriebsarten genutzt werden, bei denen einzelne Funktionen mit reduzierter Geschwindigkeit, Tipp-Betrieb (Befehlseinrichtung mit selbstständiger Rückstellung), Zustimmschalter oder in der Betriebsart „Einrichten/Hand“ außerhalb des Automatikbetriebes gefahren werden.

Es ist darauf zu achten, ob beim Überfahren von Positionsschaltern gefährliche Folgebewegungen ausgelöst werden, z.B. auch automatischer programmgesteuerter Werkzeug- oder Werkstückwechsel, Anlauf von Zubehöreinrichtungen.

Merke:	Die Fehlersuche darf nur bei aktiven Schutzeinrichtungen erfolgen. Weitere organisatorische Maßnahmen sind gegebenenfalls erforderlich.

Sofern die Fehlersuche auch bei abgeschalteter Maschine erfolgen kann oder nach der Lokalisierung der Fehler die Maschine zur Fehlerbeseitigung abgeschaltet wird, ist die unter Abschnitt 1.5 genannte **Fünf-Finger-Regel** zu beachten.

Merke:	Die Fünf-Finger-Regel der Fluidtechnik beachten!

Sofern es sich bei der Steuerung nicht um eine rein hydraulische Anlage handelt, sondern die hydraulische Anlage als Teil einer elektrohydraulischen Steuerung betrieben wird, kann es erforderlich sein, dass eine Elektrofachkraft in die Fehlersuche einbezogen werden muss. Bei komplexen Anlagen, die mit elektronischen Steuerungen betrieben werden, kann auch das Hinzuziehen einer Fachkraft für elektronische Hard- oder Software erforderlich sein. In diesem Fall, wenn sich mehrere Personen an der Maschine zur Fehlerermittlung aufhalten, ist es dringend erforderlich, eine ausreichende Koordination der Tätigkeiten an der Maschine sicherzustellen. Dies gilt insbesondere auch dann, wenn ein Maschinenführer in die Tätigkeiten einbezogen werden muss.

Des Weiteren sind Gefährdungen durch benachbarte Anlagen oder für Beschäftigte an benachbarten Anlagen auszuschließen.

Merke:	Bei elektrohydraulischen Anlagen ist eine Fachkraft für Elektrotechnik oder Elektronik hinzu zu ziehen. Tätigkeiten mehrerer Personen sind zu koordinieren.

Auch unter Zeitdruck ist eine systematische und gezielte Vorgehensweise unerlässlich, da bei wahlloser unüberlegter Demontage oder Verstellungen unter Umständen der ursprüngliche Fehler nicht mehr festgestellt werden kann.

Es empfiehlt sich, die vorgenommenen Arbeitsschritte, Einstellwerte sowie deren Veränderungen zu dokumentieren. Alle Änderungen an der Anlage sind nachvollziehbar, z.B. in der Maschinendokumentation und gegebenenfalls in einem Wartungsbuch, festzuhalten.

Eine Auflistung der behobenen Störungen und der Fehlerursachen unterstützt eine künftige Fehlersuche.

Viele Hydraulikhersteller haben ausführliche Serviceinformationen erstellt und in diesen systematisch mögliche Fehlfunktionen und deren Ursachen oder mögliche Quellen sowie Maßnahmen für deren Beseitigung beschrieben, da die technischen Ursachen für Fehler sowie die Maßnahmen zur Abstellung sehr vielschichtig sein können.

In **Anhang 1 Buchstabe A** wird ein allgemeiner Fehlersuchbaum für Hydraulik-Komponenten gezeigt.

Typische Fehler sind z.B.:

- Verstopfte Hydraulikfilter,
- Hängen bleiben von Ventilen durch Verschmutzungen,
- unerwarteter Anlauf der Maschine infolge Antippen/Auslösen von Positions-/Endschaltern,
- Versagen von Ventilen durch Federbruch.

Die Ursache eines Bauteilausfalls sollte ermittelt werden.

Hinweise:

Muss die Hydraulikenergie zur Fehlersuche oder aus anderen Gründen aufrechterhalten bleiben, sind die Vorgaben des Herstellers zu beachten.

Hinsichtlich der Wiederinbetriebnahme sind weitere Schutzmaßnahmen zu beachten, siehe Abschnitte 5.1.2 und 6.1.9.

4 Arbeiten an Hydraulikkomponenten

4.1 Allgemeines

Bei Arbeiten an hydraulischen Bauteilen sind zahlreiche sicherheitsrelevante Aspekte vom Instandhalter zu beachten. Auf die Besonderheiten bei bestimmten Maschinen und Anlagen sowie der Mobilhydraulik wird in den Abschnitten 5 und 6 näher eingegangen.

Grundsätzlich sollten nur vom Hersteller zugelassene Ersatzteile ausgetauscht bzw. eingebaut werden.

Vorgaben und Hinweise des Herstellers zu besonderen Kenntnissen oder Ausbildungen der Instandhalter sind unbedingt zu beachten.

Das Hydrauliksystem ist weitestgehend vor von außen eingebrachten Verschmutzungen zu schützen. Herstellerseitige Spülvorgaben sind zu beachten. Einzubauende Ersatzteile müssen frei von Verunreinigungen sein.

Alle vom Instandhalter eingebauten Teile müssen den Betriebsdrücken und Druckflüssigkeiten entsprechend ausgewählt sein.

Auf Grund der teilweise recht hohen Massen oder der Einbau- und der Schwerpunktlage der Hydraulikkomponenten sind geeignete Hebezeuge und Anschlagmittel für den Aus- und Einbau sowie den Transport vorzusehen.

Können Leitungsanschlüsse verwechselt werden, sind diese vom Instandhalter vor dem Trennen eindeutig zu kennzeichnen.

Vorgaben des Herstellers hinsichtlich der Inbetriebnahme nach erfolgter Instandsetzung sind unbedingt zu beachten.

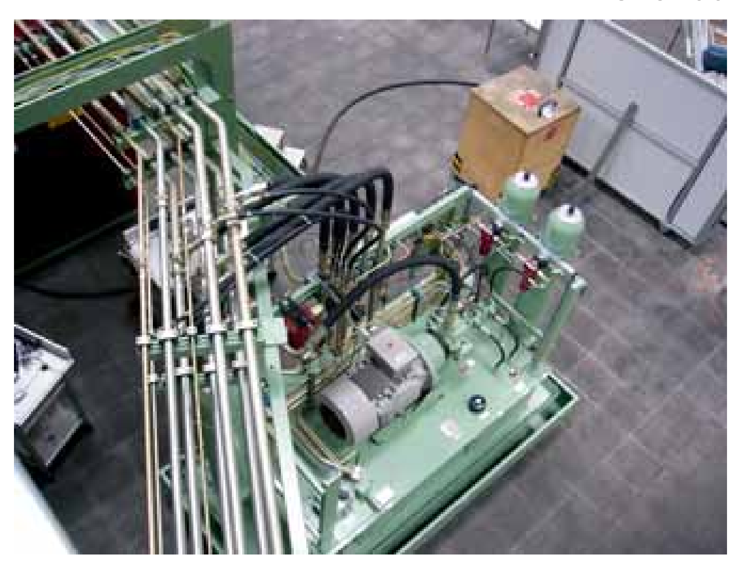


Bild 9: Zentralhydraulik bei Inbetriebnahme

4.2 Rohrleitungen

Unter Druck stehende Verschraubungen von Rohrleitungen dürfen nicht geöffnet werden.

Werden Rohrleitungen ausgetauscht, sind genormte kaltgezogenene Präzisionsstahlrohre zu verwenden. Bei deren Auswahl sind die Rohrquerschnitte **und** die zulässigen Betriebsdrücke zu beachten.

Einige Hersteller von Verbindungselementen bemessen die Nenndrücke von den Normen abweichend. Bauteile gleicher Abmessungen können somit beträchtliche Unterschiede in den Nenndrücken aufweisen. Ähnliche Gewindegrößen unterschiedlicher Systeme (metrisch/zöllig) dürfen nicht verwechselt werden!

Merke:	Bei Beschaffung von Ersatzteilen ist zu beachten, dass Bauteile gleicher Abmessungen unterschiedliche Nenndrücke und Gewindeformen haben können!

Werden Rohrleitungen im Rahmen der Instandhaltungsarbeiten neu verlegt, sind diese ausreichend mittels Rohrklemmen zu befestigen. Bewährt haben sich folgende Abstände:

Leitungsaußendurchmesser	**Befestigungsabstand**
bis 10 mm	1 m
über 10 mm bis 25 mm	1,5 m
über 25 mm bis 50 mm	2,0 m
über 50 mm	3,0 m

Dabei ist darauf zu achten, dass die Rohrleitung nicht beschädigt wird, z.B. ist ein Befestigen durch Schweißen unzulässig. An Rohrleitungen dürfen keine anderen Bauteile befestigt werden.



Bild 10: Fachgerechte Befestigung von Rohrleitungen mit Rohrschellen

Das Biegen der Rohrbögen hat unter Beachtung der Angaben zu Biegeradien auf entsprechenden Vorrichtungen, z.B. Rohrbiegemaschine, zu erfolgen. Die Rohre dürfen beim Biegen nicht geknickt

werden. Warmbehandelte Rohre müssen gereinigt und entzundert werden.

Vor dem Einbau sind Rohrleitungsteile stets zu entgraten, zu säubern und entsprechend den Vorschriften der Verschraubungslieferanten zu montieren.

Können Leitungsanschlüsse verwechselt werden, sind diese vom Instandhalter vor dem Trennen eindeutig und dauerhaft zu kennzeichnen.

Bei der Montage sind die neu zusammengebauten Verbindungen nach Herstellerangaben, z.B. mit dem Drehmomentenschlüssel oder gemäß angegebenem Drehwinkel, anzuziehen, um Querkräfte und Verspannungen zu vermeiden.

Rohrleitungen einschließlich Verschraubungen müssen vor Freigabe bis zum maximalen Betriebsdruck auf Dichtigkeit geprüft werden.

Weisen Rohrleitungen an den Verbindungen Leckagen auf, sind diese zu beseitigen. Dazu ist zunächst der drucklose Zustand herzustellen. Danach können nachfolgende Maßnahmen angewandt werden:

- Nachziehen von Verschraubungen,
- Nachziehen von Flanschverbindungen,
- Austausch von Dichtungen.

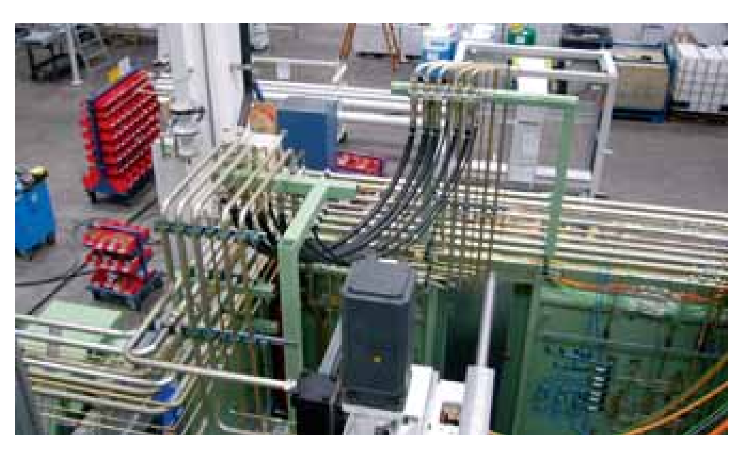


Bild 11: Rohrverlegung an einer Großmaschine

4.3 Schlauchleitungen

4.3.1 Allgemeines

Schlauchleitungen werden an Maschinen und Fahrzeugen immer dann eingesetzt, wenn hydraulische Verbindungen zwischen beweglichen Teilen einer Hydraulikanlage erforderlich sind oder ein leichterer Austausch von Aggregaten, z.B. von Zusatzaggregaten an Erdbau- oder Landmaschinen, erwünscht ist (siehe Bild 12). Durch den Einsatz von Schlauchleitungen können auch Druckspitzen im Hydrauliksystem gedämpft oder Schwingungen zwischen einzelnen Bauteilen kompensiert werden.



Bild 12: Hydraulik-Schlauchleitungen an einem Bagger

Schläuche bestehen im Allgemeinen aus einem Verbund von Innen- und Außenschicht aus Gummi und ein- oder mehrlagigem Druckträger.

Es werden vereinzelt auch Kunststoffschläuche eingesetzt, welche über technologische Vor- und Nachteile verfügen (siehe auch Abschnitt 4.3.9).

Der Begriff Schlauchleitung bezeichnet den Zusammenbau und die abschließend montierte Einheit aus Schlauch und Armatur.

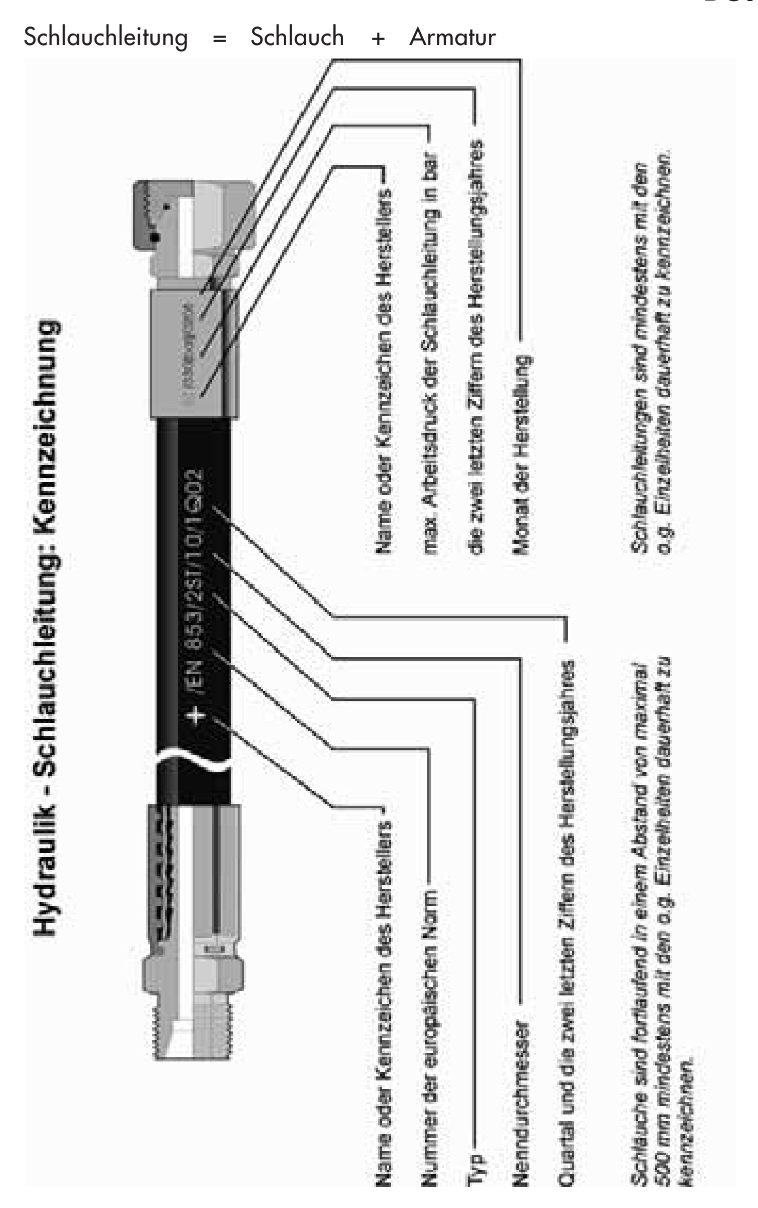


Bild 13: Aufbau und Kennzeichnung einer Schlauchleitung

Schadhafte Einbindung, Alterung, mechanische Beschädigung können zum Bersten der Schlauchleitungen führen. Daher ist bei Auswahl, Montage, Einbau und Betrieb mit entsprechender Sorgfalt vorzugehen.

Ein **Schlauch** muss wie folgt gekennzeichnet sein, siehe BG-Regel „Hydraulik-Schlauchleitungen" (BGR 237):

- Herstellerkennzeichen,
- Schlauchtyp,
- Nennweite,
- Herstellungsdatum (Quartal und Jahr) sowie mit dem Normenzeichen.

Eine **Schlauchleitung** muss wie folgt gekennzeichnet sein:

- Name des Herstellers oder Kurzzeichen,
- maximaler Arbeitsdruck in Bar,
- Herstellungsdatum (Jahr/Monat), siehe auch DIN EN 982.

Merke:	Schläuche und Schlauchleitungen unbekannter Herkunft oder unvollständiger Kennzeichnung dürfen nicht verwendet werden!

4.3.2 Auswahl von Schlauch, Armatur und Schlauchleitung bei Austausch

Prinzipiell muss der Austausch von Schläuchen nach Herstellerangaben erfolgen. Sollten keine Herstellerangaben verfügbar sein, ist wie folgt vorzugehen:

Schlauch, Armatur, und Schlauchleitung sind so auszuwählen, dass

- die zulässigen Beanspruchungen der Bauteile bei den zu erwartenden Betriebsdrücken nicht überschritten werden,
- dabei jene Betriebsdrücke Beachtung finden, für die die Steuerung konzipiert wurde,
- die Querschnitte ausreichend bemessen sind, so dass sich keine unzulässigen Staudrücke ergeben, die z.B. den freien Rückfluss zum Tank behindern können,

- die Verträglichkeit von Schlauch- und Dichtungsmaterialen mit der eingesetzten Hydraulikflüssigkeit gegeben ist,
- nur Bauteile verwendet werden, die den Anforderungen der europäischen oder internationalen Produktnormen, wie EN-, ISO-, SAE-Normen, entsprechen,
- Bauweisen von Schlauchleitungsarmaturen, die aus einem (gedrehten) Rohrstutzen mit Schneidring bestehen, nicht verwendet werden, da diese nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen und in der Vergangenheit infolge Abrutschens zu Unfällen geführt haben.

Merke: Es ist zu prüfen, ob die Schlauchleitung bezüglich Druck und Volumenstrom für die vorgesehene Verwendung geeignet ist.

4.3.3 Herstellung einer Schlauchleitung

Es wird empfohlen, Schlauchleitungen fertig konfektioniert zu beziehen. Wird eine Schlauchleitung selbst hergestellt, ist darauf zu achten, dass die ausgewählten Bauteile (Schlauch und Armatur) hinsichtlich Abmessungen, Form, Druckstufe aufeinander abgestimmt sind. Hierzu sind die Vorgaben der Hersteller von Schlauch und Armatur unbedingt zu beachten.

Sofern die Einbindung selbst vorgenommen wird, dürfen hierfür nur vom Armaturenhersteller zugelassene Geräte und Vorrichtungen verwendet werden. Eine sichere Schlaucheinbindung setzt darüber hinaus detaillierte Kenntnisse über das Einbindungsverfahren, die Geräte und Bauteile voraus. Eine Einbindung ohne diese Kenntnisse und Vorrichtungen ist fahrlässig und sicherheitstechnisch unzulässig.

Das so genannte „improvisierte Zusammenschustern“ von Schlauchleitungen am Schraubstock ist fahrlässig!



Bild 14: Vorrichtung zum Verpressen von Schlaucharmaturen

Merke:	Schlauchleitungen sollten nur fertig konfektioniert vom Schlauchleitungshersteller gekauft werden.

4.3.4 Einbau der Schlauchleitungen

Um die Funktionsfähigkeit von Schlauchleitungen sicherzustellen und deren Verwendungsdauer nicht durch zusätzliche Beanspruchungen zu verkürzen, ist folgendes zu beachten:

1. Schlauchleitungen sind so einzubauen, dass ihre natürliche Lage und Bewegung nicht behindert wird (Scheuerstellen sind zu vermeiden).
2. Schlauchleitungen dürfen beim Betrieb durch äußere Einwirkung nicht auf Zug, Torsion und Stauchung beansprucht werden.
3. Der kleinste vom Hersteller angegebene Biegeradius des Schlauches darf nicht unterschritten werden.
4. Schlauchleitungen sind nach Möglichkeit gegen Beschädigung durch von außen kommende mechanische, thermische oder chemische Einwirkungen zu schützen.

5. Das Überlackieren von Schlauchleitungen ist unzulässig, da hierdurch die Erkennbarkeit der Kennzeichnung und eventueller Risse verhindert wird.
6. Eventuell vorhandene maschinenseitige Schutzmaßnahmen sind nach Einbau der Schlauchleitung wieder anzubringen, z.B. Schutzabdeckungen. Die ursprüngliche geschützte Einbaulage ist wiederherzustellen.

Ein Überblick über wesentliche Einbaukriterien gibt die BG-Regel „Hydraulik-Schlauchleitungen" (BGR 237) oder DIN 20066 „Fluidtechnik; Schlauchleitungen; Maße, Anforderungen".



Bild 15: Schlauchleitungen in natürlicher Lage an einem Prüfstand

Merke:	Beim Einbau von Schlauchleitungen sind die Einbauhinweise des Schlauchleitungsherstellers unbedingt zu beachten, z.B. Mindestbiegeradien.

4.3.5 Regelmäßige Prüfung von Schlauchleitungen

Auf Grund von Alterung, Verschleiß und Beschädigung sind regelmäßige Prüfungen der Schlauchleitungen erforderlich.

Dazu sind die Schlauchleitungen mindestens einmal im Jahr durch eine befähigte Person auf äußere Mängel hin (visuell) zu prüfen; siehe auch BG-Regel „Hydraulik-Schlauchleitungen" (BGR 237). Macht der Hersteller der Maschine konkrete Vorgaben hierzu, sind diese zu beachten.

> *Weitere Hinweise zu befähigten Personen (früher Sachkundiger genannt), Prüfungen und Prüfintervallen, siehe Abschnitt 7.*

Diese Prüfungen sind in einem Prüfprotokoll, z.B. bei der Prüfung der Maschine, mit Datum zu dokumentieren.

Prüfkriterien sind:

- Beschädigungen der Außenschicht bis zur Einlage (Scheuerstellen, Schnitte, Risse).
- Versprödung der Außenschicht (Rissbildung des Schlauchmaterials).
- Verformungen, die der natürlichen Form der Schlauchleitung nicht entsprechen, im drucklosen oder im druckbeaufschlagten Zustand oder bei Biegung, z.B. Schichtentrennung, Blasenbildung, Quetschstellen, Knickstellen.
- Leckagen an Schlauch, Schlauchleitung oder Armatur.
- Herauswandern des Schlauches aus der Armatur.
- Beschädigung oder Deformation der Armatur, welche die Funktion und Festigkeit der Armatur oder der Verbindung Schlauch-Armatur mindert.
- Korrosion der Armatur, die die Funktion und Festigkeit mindert.
- Ist nach wie vor eine freie Bewegung der Schlauchleitungen gewährleistet oder sind gegebenenfalls durch den Anbau von

neuen Anlagenteilen oder Aggregaten Quetsch-, Scher- oder Scheuerstellen entstanden?

- Ist sichergestellt, dass die Schlauchleitungen nicht in Verkehrswege hineinragen, auch wenn die mit Schlauchleitungen angekoppelten Aggregate in Endlage gefahren werden?
- Wurden Schlauchleitungen überlackiert (Erläuterung: kein Erkennen von Kennzeichnung und Rissen!)?
- Sind Lagerzeiten und Verwendungsdauer überschritten?
- Sind alle Abdeckungen nach der Prüfung wieder montiert?
- Sind gegebenenfalls zusätzliche Ausreißsicherungen vorhanden oder erforderlich?

Merke:	Schlauchleitungen müssen in regelmäßigen Abständen überprüft werden.

4.3.6 Fehlerhafte Schlauchleitungen

Sofern Mängel hinsichtlich des arbeitssicheren Zustandes einer Schlauchleitung bei der Prüfung festgestellt werden, ist diese Schlauchleitung auszutauschen. Schlauchleitungen dürfen nicht repariert werden und dürfen auch nicht aus alten Teilen neu zusammengefügt werden.



Bild 16: Beispiele ausgefallener Hydraulik-Schlauchleitungen

Sofern mehrere Schlauchleitungen gleichzeitig ausgetauscht werden, ist sicherzustellen, dass eine Verwechslung der Anschlüsse, z.B. durch Kennzeichnung, nicht erfolgen kann.

Merke:	Fehlerhafte Schlauchleitungen sind sofort auszutauschen!

4.3.7 Verwendungsdauer von Schlauchleitungen

Grundsätzlich unterliegen Schläuche und Schlauchleitungen auch bei sachgemäßer Lagerung und zulässiger Beanspruchung während des Einsatzes einer natürlichen Alterung, welche die Leistungsfähigkeit der Schlauchleitungen herabsetzt. Die Verwendungsdauer einer Schlauchleitung ist daher begrenzt.

Die mögliche Verwendungsdauer von Schlauchleitungen hängt in besonderem Maße von den Einsatz- und Umgebungsbedingungen ab. Wegen des breiten Anwendungsbereiches von Schlauchleitungen ist es deshalb aus technischen Gründen auch nicht möglich, in sicherheitstechnischen Regelwerken und Normen eine verbindliche, maximal zulässige Verwendungsdauer anzugeben.

Die Anweisungen des Schlauch- und Schlauchleitungsherstellers für die Lagerungsdauer sind zu berücksichtigen. Bei der Herstellung der Schlauchleitung sollte der Schlauch nicht älter als vier Jahre sein.

Bei der Festlegung der Verwendungsdauer für die jeweiligen an einer Maschine eingesetzten Schlauchleitungen muss sich der Benutzer in erster Linie auf die vom Hersteller der Maschine empfohlenen Austauschintervalle, aber auch auf die eigenen Erfahrungswerte bei seinen individuellen Einsatzbedingungen stützen. Dies gilt insbesondere dann, wenn die vom Hersteller empfohlene Verwendungsdauer überschritten wird. Eine Verlängerung der Verwendungsdauer ist möglich, wenn

- entsprechende Prüf- und Erfahrungswerte seitens des Betreibers oder des Schlauch-/Schlauchleitungsherstellers vorliegen,
- eine Risikobeurteilung durch den Betreiber durchgeführt wurde, bei der auch sekundäre Schutzmaßnahmen gegen Gefährdun-

gen beim Versagen von Schlauchleitungen berücksichtigt wurden,

und

– die Prüfung auf den arbeitssicheren Zustand in angemessenen, festgelegten Zeitabständen durch eine befähigte Person durchgeführt wird.

Bei der wiederkehrenden Prüfung sollte auch geklärt werden, ob sich die Voraussetzungen, die zur Festlegung einer bestimmten Verwendungsdauer führten, z.B. höhere Systemdrücke, anderer Aufstellungsort, verändert haben.

Eine Verkürzung der Prüfintervalle, z.B. auf halbjährlich oder vierteljährlich (statt mindestens jährlich), ist bei Verlängerung der Verwendungsdauer unbedingt zu empfehlen.

Sofern keine anderen Vorgaben für die Verwendungsdauer von Hydraulik-Schlauchleitungen vorhanden sind, wird als Richtwert sechs Jahre empfohlen, siehe auch BG-Regel „Hydraulik-Schlauchleitungen" (BGR 237).

4.3.8 Sicherung der Umgebung bei Versagen von Schlauchleitungen

Schlauchleitungen erfüllen bei richtiger Auslegung, Auswahl und sorgfältiger Fertigung sowie richtigem Einbau im Allgemeinen problemlos ihre Aufgabe.

Dennoch ist zu beachten, dass beim Versagen von Schlauchleitungen, z.B. in der Nähe von Arbeitsplätzen und Verkehrswegen, Gefährdungen auftreten können, z.B.:

– Austritt von Druckflüssigkeit unter hohem Druck,
– Peitschen,
– Brandgefahr.

Daher sind dort zusätzliche Maßnahmen zur Sicherung der Umgebung bei Versagen von Schlauchleitungen, z.B. durch zusätzliche Ausreißsicherung oder Abschirmung, zu treffen.



Bild 17: Ausreißsicherungen an Schlauchleitungen

Schutzmaßnahmen gegen Versagen von Schlauchleitungen sind nicht zwingend erforderlich, wenn nur eine geringe Gefährdung, z.B. durch in Maschinengehäusen verlegte Schlauchleitungen, besteht.

4.3.9 Besonderheiten bei Kunststoff-Schlauchleitungen

Kunststoff-Schlauchleitungen finden an Maschinen mit engen Einbauverhältnissen, an mobilen Geräten und in der chemischen Industrie immer größere Verwendung.

Die technologischen **Vorteile** der Kunststoff-Schlauchleitungen sind:
- 20 bis 30 % geringeres Gewicht,
- geringerer Außendurchmesser und Mindestbiegeradius,
- höhere Walk- und Abriebfestigkeit,
- gute Beständigkeit gegen diverse chemische Substanzen

sowie
- geringe Empfindlichkeit gegenüber wasserhaltigen Kühlschmierstoffen,
- kein oder nur geringer Einfluss der Alterung während der Lagerzeit vor Einsatz,
- relativ geringer Preis insbesondere bei kleinen Nennweiten.

Die **Nachteile** sind:
- Höheres Atmungsvolumen,
- stärkerer Elastizitätsverlust nach längerem Einsatz,
- geringere Torsionssteifigkeit, daher Verdrillung bei Einbau eher möglich,
- höhere Empfindlichkeit gegenüber mechanischen Beschädigungen, insbesondere wenn Druckträger aus Kunststoff-Garngeflecht bestehen,
- höhere Empfindlichkeit gegenüber UV-Strahlung, Wärmestrahlung und flüssigem Metall, z.B. Schweißperlen,
- größere Empfindlichkeit der Außenschicht gegenüber Schneidölen (jedoch stark materialabhängig).

Die aufgeführten Vor- und Nachteile von Kunststoff-Schlauchleitungen müssen bei Auslegung, Auswahl und Einbau berücksichtigt werden.

Hinsichtlich Verwendungsdauer, Austausch und Einbau gilt Abschnitt 4.3.7.

Etwaige Verwendungsausschlüsse seitens der Hersteller sind zu beachten.

4.4 Hydraulikzylinder

Vor Beginn des Austausches von Hydraulikzylindern müssen diese frei von Kräften, z.B. durch hochgehaltene Lasten, sein. Weiterhin ist zu beachten, dass eine Druckentlastung sowohl kolben- als auch stangenseitig erfolgt.

Die technischen Daten von Ersatzzylindern müssen mit denen der auszutauschenden Typen übereinstimmen.

Um unvorhersehbare plötzliche Bauteilbewegungen infolge komprimierter Restluft in den Zylindern zu verhindern, müssen diese vor dem Einbau bereits mit Hydraulikflüssigkeit befüllt und durch mehrmaliges Ein- und Ausfahren im Leerlauf in der Service-Werkstatt oder mittels der Anlagenhydraulik entlüftet sein. Falls dies nicht automatisch erfolgt, ist die Entlüftung kolben- und stangenseitig manuell vorzunehmen. Dabei sind gegebenenfalls vorhandene Entlüftungsschrauben zu benutzen. Die Verschraubungen sind erst dann wieder zu schließen, wenn das austretende Öl blasenfrei ist.

Werden nach dem Befüllen der Hydraulikzylinder Verschlussstopfen verwendet, ist darauf zu achten, dass diese vor dem Einbau entfernt werden. Auf der Kolbenstangenseite ist dies besonders wichtig, um Druckübersetzungen zu vermeiden.

Sind an Zylindern Wegaufnehmer oder Näherungsschalter vorhanden, ist auf die korrekten Anschlüsse der elektrischen Leitungen zu achten. Besteht die Gefahr der Verwechselung sind die elektrischen Leitungen vor der Demontage zu kennzeichnen.

Dichtmanschetten undichter Hydraulikzylinder dürfen nur nach den Vorgaben des Herstellers gewechselt werden.

Beim Austausch des Hydraulikzylinders ist ein eventuell vorhandener Kolbenstangenschutz, z.B. Manschette oder Blechabdeckung, nach dem Einbau wieder anzubringen.

Insbesondere bei Spannzylindern darf nach dem Austausch die Freigabe der Maschine oder Anlage für den Bediener erst nach ausreichenden Probeläufen erfolgen.

Zur Befestigung von Zylindern dürfen ausschließlich die vom Hersteller vorgegebenen Teile (wie Schrauben in der geforderten Fes-

tigkeitsklasse) verwendet werden. Die Angaben hinsichtlich Gewindeausführung und Einschraublänge sind zu beachten. Bei Arbeiten an Teilen des Hydraulikzylinders einschließlich Dichtungen ist unbedingt auf Sauberkeit zu achten.



Bild 18: Hydraulikzylinder mit entsperrbarem Rückschlagventil

4.5 **Pumpen und Hydromotore**

Beim Austausch von Hydraulikpumpen und -motoren können große Mengen Hydraulikflüssigkeit austreten. Zur Verhinderung der dadurch entstehenden Rutschgefahr sind geeignete Auffangbehälter (siehe Bild 19) bereitzuhalten.



Bild 19: Mobilhydraulikpumpe in einer Ölauffangwanne

Anschlüsse und Befestigungen des druckentlasteten Hydromotors sind gemäß Herstellerangaben zu lösen. Zur Vermeidung von Verwechslungen sind Anschlüsse und Leitungen vor dem Ausbau zu kennzeichnen. Öffnungen von Leitungen und motorseitige Flansche sind vor Verunreinigungen zu schützen.

Einbau, Befüllen, Anfahren, Entlüften und Einstellen von Hydropumpen und -motoren sollten unbedingt gemäß den Herstellerangaben in der Betriebsanleitung erfolgen. Beim Einbau ist auf die Drehrichtung der Pumpe zu achten.

Beim Zusammenbau von Pumpe, Ansaugleitung und Tank ist auf korrekten Einbau der Ansaugfilter zu achten.

Vor der Inbetriebnahme sind die Schutzeinrichtungen wieder anzubringen.

4.6 Ventilblöcke

Um Verwechselungen vorzubeugen, sind die einzelnen Anschlüsse der Ventile bzw. die Höhenverkettungen von Ventilblöcken vor der Demontage gegebenenfalls zu nummerieren bzw. zu kennzeichnen (siehe Bild 20).



Bild 20: Kennzeichnung von Hydraulikventilblöcken

Der Aus- und Einbau von Ventilen darf nur mit äußerster Sorgfalt und Sauberkeit erfolgen. Auf korrekten Sitz von O-Ring-Dichtelementen innerhalb von Ventilverkettungen ist beim Einbau zu achten.

Alle technischen Daten (einschließlich Schaltsymbolen und Einstellwerten) von Ersatzventilen müssen mit den Vorgaben des Herstellers bzw. den Daten des auszutauschenden Typs übereinstimmen.

Der Zusammenbau der Ventile/Ventilblöcke hat unter Berücksichtigung der Reihenfolge für die Verkettungen zu erfolgen. Dabei ist die vom Hersteller vorgegebene Einbaulage zu beachten. Es sind Befestigungsschrauben zu wählen, die mit den im Ventil-Datenblatt angegeben Abmessungen und Festigkeitsklassen übereinstimmen. Die Schrauben sind gleichmäßig und exakt mit dem ebenfalls im Ventil-Datenblatt vorgegebenen Drehmoment anzuziehen.

Beim Austausch defekter Schaltmagnete an Ventilen sind die erforderlichen Spannungen und Leistungsangaben zu beachten. Beispielsweise führen Magnete für 24 Volt-Betrieb die Schaltfunktionen bei 12 Volt-Betrieb nicht sicher aus.

Beim Einbau von Ersatzventilen fremder Hersteller sind die elektrischen Anschlussbelegungen der Verbindungsstecker zu beachten. Diese sind dem zugehörigem Ventil-Datenblatt zu entnehmen.

4.7 Druckspeicheranlagen

Druckspeicher sind Geräte, für die der Hersteller spezielle sicherheitstechnische Vorgaben zu erfüllen hat. Darüber hinaus sind vom Betreiber von Arbeitsmitteln die Vorgaben für Prüfungen nach der Betriebssicherheitsverordnung zu beachten (siehe Abschnitt 7).

Da das Instandhalten und das Befüllen von Druckspeichern mit Gas, das Messen von Drücken und das Prüfen nach erfolgter Instandhaltung besondere Kenntnisse erfordert, dürfen Arbeiten an Druckspeicheranlagen nur von hierfür speziell geschulten Instandhaltern oder vom Hersteller durchgeführt werden. Die Vorgaben des Herstellers in der Betriebsanleitung sind zwingend zu beachten.

Vor Arbeiten am Druckspeicher ist neben der Systemhydraulik auch der Druck im Speicher abzubauen. Dies geschieht entweder

automatisch oder über eine manuelle Druckentlastung am Speichersicherheitsblock. Mittels einer Druckanzeigeeinrichtung, z.B. Manometer, ist zu prüfen, ob die Druckentlastung gewirkt hat. Es zu beachten, dass der Druckspeicher dennoch gasseitig unter hohem Druck stehen kann, welcher unter Umständen ebenfalls abgebaut werden muss.



Bild 21: Warnhinweis an Druckspeicheranlage

Neue oder instand gesetzte Speicher in ölhydraulischen Anlagen werden zum Schutz gegen Transportschäden gasseitig mit Stickstoff (unter Druck) vorgeladen geliefert!

Vor der Inbetriebnahme sind diese Speicher mit Stickstoff auf den im Hydraulikplan vorgeschriebenen Vorspanndruck aufzuladen.

Merke:	Auf Grund bestehender Explosionsgefahr dürfen Sauerstoff oder Luft zum Befüllen von Druckspeichern auf keinen Fall verwendet werden!

Beim Austausch des gasseitigen Füllventils im Speicher dürfen ausschließlich vom Hersteller vorgegebene Ventile (nur Originalersatzteile) eingebaut werden.

Zum Befüllen des Speichers mit Stickstoff sind die Hinweise der Bedienungsanleitung unbedingt zu beachten. Zur Speicherbefüllvorrichtung zählen

– Verbindungsleitung von der Gasflasche/zentralen Gasversorgung zum Druckspeicher mit entsprechenden Anschlüssen,
– speicherseitiges Anschlussstück mit Manometer,
– passende Werkzeuge.



Bild 22: Hydraulik-Druckspeicher

An Speichern dürfen weder Schweiß- noch Lötarbeiten und keinerlei mechanische Bearbeitung vorgenommen werden.

Auf Grund der besonderen Sicherheitsrelevanz sind Druckspeicher auf mechanische Beschädigungen zu prüfen.

Nach dem Einbau des Druckspeichers ist auf den korrekten Anbau des Speichersicherheitsblockes sowie auf das ordnungsgemäße Wiederanbringen der Befestigung des Speichers (siehe Bild 22) und eventuell vorhandener Schutzeinrichtungen gegen äußere Beschädigungen zu achten.



Bild 23: Hydraulikfilter mit Verschmutzungsanzeige

4.8 Filter

Eine zuverlässige Filterung der Druckflüssigkeit ist unabdingbare Voraussetzung für störungsfreie Funktion und lange Lebensdauer aller hydraulischen Komponenten und damit der gesamten Maschine oder Anlage.

Filter sind regelmäßig kontrolliert und gemäß Wartungsplan auszutauschen. Filtereinrichtungen mit Verschmutzungsanzeige, z.B. Differenzdruckanzeige, sollten bevorzugt verwendet werden (siehe Bild 23).

Merke:	Die Kontroll- und Wechselintervalle der Filtereinrichtungen sind zu beachten!

Im Falle späteren Einbaus von zusätzlichen Filtern ist auf wartungsfreundliche Anordnung außerhalb der Gefahrbereiche zu achten.

5 Arbeiten an Maschinen und Anlagen

5.1 Allgemeine Hinweise

Die Herstellervorgaben in der Betriebsanleitung sind grundsätzlich zu beachten.

Neben den grundlegenden allgemeinen Sicherheitshinweisen zur Instandhaltung und zum Umgang mit den Hydraulikkomponenten (siehe Abschnitt 4) werden nachfolgend weitere Hinweise für die sichere Hydraulikinstandhaltung an ortsfesten Maschinen und Anlagen gegeben.



Bild 24: Hydraulikaggregat an stationärer Produktionseinrichtung

5.1.1 Druckenergie abbauen

Vor Beginn der Arbeiten ist die Druckenergie im System abzubauen. Das System ist gegen Wiedereinschalten zu sichern. Werden einzelne Hydraulikkreise des Hydrauliksystems von der gemeinsamen Druckversorgung abgesperrt, ist zu prüfen, ob die richtige Verbindung getrennt worden ist.

Ferner sind die mit dem Hydrauliksystem verbundenen Druckspeicher von der Anlage abzusperren oder zu entlasten (siehe Bild 25). Durch das Entlasten dürfen keine neuen Gefährdungen, z.B. Lösen von Spanneinrichtungen, auftreten. Der vollständige Abbau des Druckes ist zu prüfen (siehe „Fünf-Finger-Regel" in Abschnitt 1.5).



Bild 25: Druckentlastete Hydrospeicher mit abgesperrten Druckleitungen

Hydraulisch hochgehaltene Lasten, z.B. Maschinenteile, Hubbühnen, hydraulische Vertikalachsen, bewirken trotz abgeschalteter Energieversorgung einen nicht unerheblichen Druck in Teilen des Hydrauliksystems. Bei komplexeren Maschinen und Anlagen kann sich dieser Druck in weitere Anlagenteile übertragen. Hochgehaltene Lasten, z.B. Fördergut oder Maschinenteile, müssen daher vor Beginn der Instandsetzungsarbeiten abgelassen, mittels vorhandener Verriegelung gesichert oder sicher abgestützt werden.

Nach Abbau aller Druckeinspeisungen in das hydraulische System können eventuell noch Restdrücke in eingespannten Flüssigkeitssäulen zwischen Ventilen und anderen Bauteilen vorhanden sein. Auch diese sind, z.B. durch mehrfaches Betätigen der Ventile oder gemäß den Herstellervorgaben, abzubauen.

Das Öffnen der Schraubverbindungen an Hydraulikleitungen sollte nach erfolgter Druckentlastung zunächst langsam und vorsichtig erfolgen. Auch das weitere Lösen der Verschraubungen sollte vorsichtig erfolgen, um durch noch anstehenden Druck der Hydraulikflüssigkeit mögliche Gefahren rechtzeitig wahrzunehmen (hierzu ist leichtes Klopfen auf die Verschraubung hilfreich) und Schutzmaßnahmen zu treffen. Bei einem noch anstehenden Druck darf die Verschraubung nicht weiter gelöst werden. Die Druckentlastung im System ist zu wiederholen und auf Wirkung nochmals zu überprüfen.

5.1.2 Wiederinbetriebnahme

Nach Durchführung der Fehlersuche und Störungsbeseitigung sind Anschlüsse und Bauteile auf Übereinstimmung mit den Vorgaben des Schaltplanes zu prüfen. Alle gelösten Schrauben, Leitungsverbindungen, elektrische Steckvorrichtungen sind festzuziehen und zu prüfen.

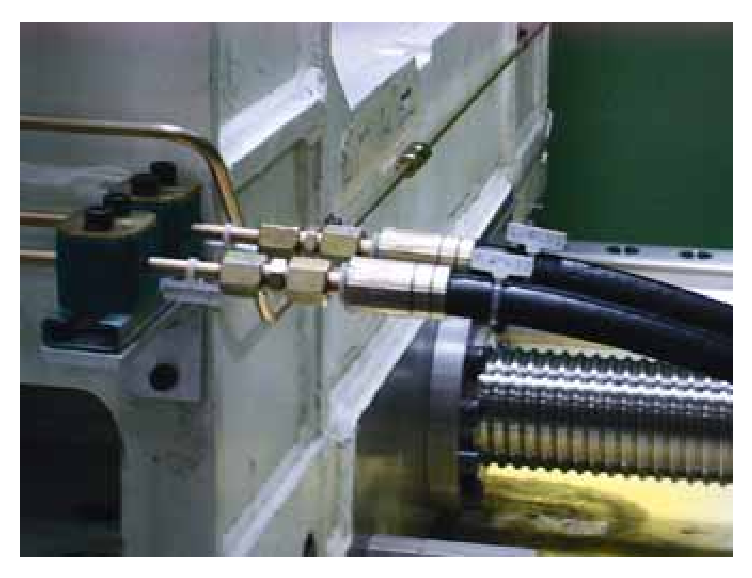


Bild 26: Rohr- und schlauchseitige Kennzeichnungen

Es sind Maßnahmen zu treffen, um Gefährdungen auf Grund eventuell auftretender Maschinenfehlfunktionen nach der Reparatur zu verhindern:

- Schutzeinrichtungen wieder in Schutzstellung bringen oder aktivieren,
- Schutz durch Abstand.

Nach erfolgter Instandsetzung bzw. Reparatur an den hydraulischen Bauteilen sind diese zu befüllen und zu entlüften. Insbesondere für Pumpen sind die Vorgaben für das Einfahren und Einstellen zu beachten. Hydropumpen sind meist selbstansaugend.

Einstellarbeiten an den Druckbegrenzungsventilen dürfen nur vom Hersteller oder nach dessen Herstellerangaben, z.B. gemäß den Druckmessblättern, eingestellt werden. Die darin enthaltene Reihenfolge der Vorgehensweise ist unbedingt einzuhalten.

Unvollständiges Entlüften kann in Maschinen und Anlagen zu Störungen und zu Gefährdungen durch plötzlich anlaufende Bewegungen führen. Die vollständige Entlüftung des Systems verhindert unvorhersehbare plötzliche Bewegungen an Hydrozylindern und -motoren, z.B. Stick-Slip.

Nach erfolgter Entlüftung der hydraulischen Anlage sind alle hydraulischen Funktionen auszutesten. Dabei sind die Vorgaben hinsichtlich der Sicherheit, z.B. reduzierter Systemdruck, Abschirmungen, zu beachten. Beim Austesten der hydraulischen Funktionen ist ausreichender Abstand gegen das Erreichen von Gefahrenstellen einzuhalten. Es ist sicherzustellen, dass sich weder der Instandhalter noch andere Personen unter angehobenen Lasten oder in Gefahrbereichen aufhalten.

Abstützungen und Sicherungen von hochgehaltenen Lasten dürfen erst entfernt werden, wenn die Last wieder sicher hydraulisch gehalten wird.

5.2 Arbeiten an Werkzeugmaschinen

5.2.1 Spannzylinder

Werkzeugmaschinen können über hydraulische Spanneinrichtungen, die nach dem Ruhestromprinzip arbeiten, verfügen. Die Spannkraft wird dabei durch Federspannung aufgebracht.

Zum Lösen der gespannten Teile wird die Federspannung in diesem Fall durch den Einsatz eines Hydraulikzylinders aufgehoben. Bei diesem Funktionsprinzip kann plötzlicher Druckabfall, z.B. durch Versagen einer Hydraulikleitung, oder plötzliches Lösen einer Verklemmung des Spannsystems infolge Federkraft zu Quetschgefährdungen für Bediener oder Instandhalter führen.



Bild 27: Komplexes Spannmodul einer Transferstraße

5.2.2 Vertikale Schlitten an Werkzeugmaschinen

Werkzeugmaschinen können über hydraulisch hochgehaltene Vertikalachsen oder andere durch Schwerkraft belastete Achsen verfügen, die durch hydraulische Brems- und Halteeinrichtungen in ihrer Position gehalten werden. Diese Vertikalschlitten sind wie angehobene Lasten zu betrachten (siehe Abschnitt 5.1.1).

5.3 Arbeiten an hydraulischen Pressen

Pressen werden gemäß der europäischen Maschinen-Richtlinie als besonders gefährliche Maschinen eingestuft. Somit haben die Pressenhersteller die Maschinen mit aufwändiger Sicherheitstechnik auszurüsten. Auf Grund dieser aufwändigen Sicherheitstechnik haben sich Hydraulik-Instandhalter vor Beginn von Instandhaltungsarbeiten über die Besonderheiten dieser Maschinen umfassend zu informieren.

Vor Beginn der Instandhaltungsarbeiten ist der Antrieb auszuschalten und eine vorhandene Ausschalteinrichtung zu betätigen.

Bei Arbeiten an hydraulischen Pressen unterhalb einer hochgehaltenen Last, z.B. Oberwerkzeug, ist zunächst die Einrichtung gegen Absinken des Stößels in die Schutzstellung zu bringen. Diese ist an Pressen mit einer Pressentischtiefe von mehr als 800 mm und einer Hubhöhe von mehr als 500 mm in der Regel eingebaut. Falls keine Einrichtung an der Presse vorhanden ist, ist eine Abstützung einzusetzen, die bei abgeschaltetem Antrieb auftretende Kräfte aufnehmen kann.



Bild 28: Stößelstütze an einer hydraulischen Presse

Hinweise hierzu enthält auch Abschnitt 3.6 des Kapitels 2.3 (Pressen der Metallbe- und -verarbeitung) der BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln" (BGR 500)

5.4 **Arbeiten an hydraulischen Scheren-Hubarbeitsbühnen**

Hydraulische Scheren-Hubarbeitsbühnen, -Hubtische und -Hebebühnen sind mit Wartungsstützen ausgerüstet. Bei Arbeiten an der Hydraulik, die nicht mit vollständig abgesenkter Plattform durchgeführt werden können, ist die Wartungsstütze (siehe Bild 29) einzulegen. Diese ist konstruktiv so ausgelegt, dass sie die Gewichtskräfte der Bauteile sicher aufnehmen kann und dabei gegen Wegrutschen gesichert ist. Hierdurch werden Improvisationen, z.B. mit Kanthölzern oder dergleichen, vermieden.



Bild 29: Eingelegte Wartungsstütze an hydraulischer Scheren-Hubarbeitsbühne

Beim Einlegen und beim Entfernen der Wartungsstütze ist sicherzustellen, dass die angehobene Arbeitsbühne sicher hydraulisch oder mit geeigneten Lastaufnahmemitteln gehalten wird.

6 Arbeiten an der Mobilhydraulik

Neben den allgemeinen Sicherheitshinweisen zur Instandhaltung und zum Umgang mit den Hydraulikkomponenten (siehe Abschnitt 4) sind die nachfolgenden Abschnitte zusätzlich zu den Herstellervorgaben in der Betriebsanleitung (einschließlich Wartungs- und Instandhaltungsanleitung) bei der Instandhaltung der Mobilhydraulik zu beachten.

6.1 Allgemeines

Bei mobilen hydraulischen Arbeitsmitteln sind zusätzlich zu den bei der Hydraulik stationärer Anlagen bereits beschriebenen Hinweisen (siehe Abschnitt 5.1) weitere Aspekte zu beachten. Instandhaltungsarbeiten werden häufig außerhalb von Werkstätten, z.B. bei selbstfahrenden Arbeitsmaschinen im Baustelleneinsatz oder im Gelände, durchgeführt. Dabei stehen Werkzeuge und Hilfsmittel oftmals nur begrenzt bzw. eingeschränkt zur Verfügung.

Für die Durchführung von Instandhaltungsarbeiten sind verschiedene Betriebsdruckniveaus zu beachten. Sie reichen von ca. 60 bar bei der Niederdruckhydraulik im Land- und Erntemaschinenbau bis hin zu Drücken von mehr als 400 bar bei Erdbaumaschinen.

6.1.1 Fahrzeug sichern

Fahrzeuge sollten bei Instandhaltungsarbeiten prinzipiell auf festem Untergrund stehen. Dies ist insbesondere bei Instandhaltungsarbeiten an Fahrzeugen zu beachten, bei denen An- oder Aufbauten, z.B. Ausleger, hydraulisch kippbare Kabinen, Förderbänder, gekippt bzw. geschwenkt werden.

Vor Beginn der Arbeiten an der Hydraulik sind Fahrzeuge zu sichern gegen:

- Wegrollen infolge unebenem Boden,
- Wegrollen infolge Krafteinwirkung durch die Instandhaltungsarbeiten,
- Kippen infolge Veränderung der Schwerpunktslage (auch bei Aufnahme auf Hebebühne).

Angehobene Teile oder Aufbauten von Fahrzeugen sind auf den Boden abzusenken, z.B. Ladeanlage, Ausleger, oder es sind die erforderlichen mechanischen Verriegelungen, wie Steckbolzen, Zylinderstütze und dergleichen, zu verwenden. Zudem sind alle notwendigen Verriegelungen, wie Knickgelenksicherung am knickgelenkten Fahrzeug, einzulegen.



Bild 30: Eingebaute Knickgelenksicherung

Die Auflageflächen für eventuell ausgefahrene Stützen müssen die auftretenden Kräfte aufnehmen können.

Bei Auffahrbühnen sind die Räder durch Unterlegkeile zu sichern. Bei Aufnahme der Fahrzeuge auf Stempelhebebühnen mit kleiner mittiger Plattform ist das Fahrzeug auf der Plattform festzuzurren bzw. abzuspannen.

Merke:	Fahrzeuge dürfen in angehobenem Zustand nicht betreten werden!

6.1.2 Druckentlasten

Vor Beginn der Arbeiten sind:

- Mobilhydraulische Anlagen drucklos zu machen,
- Fahrzeugantriebe abzustellen,
- hydraulische Systeme abzustellen,
- Hydrospeicher druckseitig abzusperren und zu entlasten.

Hinweis:

Vorsicht bei Restdrücken durch eingespannte Flüssigkeitsvolumina, z.B. zwischen Ventilen und Zylindern. Diese sind durch Stellhebel- bzw. Ventilbetätigung zu entlasten. Die Druckentlastung ist gegebenenfalls zu überprüfen, z.B. mit Manometer.

6.1.3 Auffangbehälter

Bei der Demontage hydraulischer Komponenten sind Auffangwannen in entsprechender Form und Größe unter den betreffenden Bauteilen aufzustellen, um eventuell auslaufende Restölmengen aufzufangen.



Bild 31: Ölauffangwanne

6.1.4 Leitungen

Anschlüsse und Befestigungen von Leitungen sind nach den Vorgaben des Herstellers zu lösen (siehe Abschnitte 4.2 und 4.3). Besteht die Gefahr, die Anschlüsse der Leitungen im engen Bauraum des Fahrzeuges zu verwechseln, sind diese vor dem Lösen bzw. Ausbau zu kennzeichnen.



Bild 32: Schlauchleitungen an einer Mobilhydraulik

Vor dem Austausch von Schlauchleitungen ist stets die erfolgte Druckentlastung der Mobilhydraulik zu prüfen.

Beschädigte Schlauchleitungen sind mit Schutzhandschuhen auszubauen, da durch herausstehende Metalldrähte der Geflechteinlagen eine Verletzungsgefahr besteht.

Häufig gewechselte Anbauten, wie Verstelleinrichtungen der Gabeln oder Dreheinrichtungen, sind meist mit Schnelltrennkupplungen versehen, welche nach dem Trennen der Leitung beide Verbindungsteile (Anbau- und Leitungsseite) selbsttätig abdichten. Beim nachträglichen Umrüsten auf Schnelltrennkupplungen sind die Vorgaben des Herstellers zu berücksichtigen.

6.1.5 Ausbau schwerer Bauteile

An Hubzylindern der Fahrzeugaufbauten können erhebliche Kräfte wirken. Vor Arbeiten an den Zylindern sind diese Kräfte aufzunehmen, z.B. durch das Ablassen der An- oder Aufbauten. Ist eine mechanische Blockierung durch Bolzenverriegelung nicht vorgesehen, wird die Zuhilfenahme von Unterbaugestellen empfohlen.



Bild 33: Unterbaugestell bei Arbeiten am Radlader

Zahlreiche Hydraulikkomponenten, z.B. Fahrantriebe, Hauptpumpen, Auslegerzylinder, haben ein hohes Eigengewicht und außermittige Schwerpunktslage. Der Austausch ist daher mit Hilfe von Hebezeugen an den vorgesehenen Anschlagpunkten durchzuführen.

6.1.6 Hydraulikflüssigkeit wechseln

Für den Austausch von Hydraulikflüssigkeit eignen sich z.B. fahrbare Absaugeinrichtungen, mit denen der Tank entleert wird. Mit Hilfe einer Trichtereinrichtung können ausgewechselte Filter austropfen.

Für das Auffüllen mit neuem Hydrauliköl sind fahrbare Befülleinrichtungen mit integriertem Auslaufschutz/Auffangwanne besonders geeignet (siehe Abschnitt 2).



Bild 34: Hilfsgerät zur Entsorgung von altem Hydrauliköl

6.1.7 Brandgefahren

Hydrauliköl kann sich an heißen Oberflächen, z.B. Auspuffkrümmern, Turboladern, entzünden. Dämmmaterialien besitzen bei Kontamination mit Hydrauliköl einen Dochteffekt, wodurch sie leicht entflammbar werden.

Maßnahmen zur Verringerung der Brandgefahr sind:

- Ausgetretenes Hydrauliköl rückstandslos entfernen (siehe Abschnitt 2.2) und Bauteile trocken wischen,
- getränktes Dämmmaterial, z.B. Lärmschutzauskleidung, erneuern,
- externe Zündquellen, z.B. Zigaretten, vermeiden,
- heiße Oberflächen abdecken.

6.1.8 Arbeiten bei laufendem Antrieb

Grundsätzlich sind Instandsetzungsarbeiten nur bei stillgesetztem Antrieb auszuführen. Sofern Arbeiten nur bei laufendem Antrieb durchgeführt werden können, z.B. bei Prüf- und Einstellarbeiten, sind Gefährdungen zu beachten, die sich ergeben durch:

- Ungeschützte mechanische Antriebe mit drehenden Teilen,
- heiße Oberflächen von Bauteilen,
- Lärm.

Die Arbeiten dürfen nur von ausgebildeten und erfahrenen Instandhaltern durchgeführt werden. Bei der Durchführung dieser Arbeiten sind entsprechende technische und persönliche Schutzmaßnahmen zu treffen, wie Sicherheit durch Abstand, Abdeckungen, Gehörschutz und gegebenenfalls weitere persönliche Schutzausrüstungen.

6.1.9 Wiederinbetriebnahme

Nach Abschluss der Instandhaltungsarbeiten, einschließlich der betriebsbereiten Befüllung und Entlüftung der hydraulischen Anlage, sind die Fahr- und Arbeitsfunktionen einzeln, wenn möglich mit geringer Geschwindigkeit und ohne Last zu testen. Dies sollte entweder hinter Abschirmungen oder aus sicherer Entfernung erfolgen.

Folgende Vorgehensweise wird für die Funktionsprüfung der Hydraulik empfohlen:

1. Überprüfen aller Ventilfunktionen auf korrekten Richtungssinn und Abschaltfunktion (Neutralstellung).
2. Ausführen größerer Fahrwege von Zylindern bzw. Schwenkbereiche von Motoren.

Bei der Funktionsprüfung der Hydraulik hat der Maschinenführer darauf zu achten, dass sich keine Person im Gefahrbereich aufhält.

6.1.10 Ersatzteile

Vorgaben bzw. Freigaben des Herstellers, z.B. zu Hydraulikersatzteilen, Schlauchleitungen, Materialspezifikationen, Hydraulikflüssigkeiten und dergleichen, sind einzuhalten.

Merke: Die Betriebsanleitung (einschließlich Wartungs- und Instandhaltungsanleitung) sowie die Ersatzteilliste sind zur Durchführung von Instandhaltungsarbeiten an mobiler Hydraulik mitzuführen oder vor Ort bereit zuhalten!

6.2 Arbeiten an Flurförderzeugen

6.2.1 Allgemeines

Instandsetzungsarbeiten an der Mobilhydraulik von Flurförderzeugen werden je nach Art und Umfang dieser Arbeiten von internen Betriebsabteilungen, von mobilen Servicediensten oder in Servicestützpunkten der Hersteller bzw. Händler durchgeführt.

Die Mobilhydraulik wird in Flurförderzeugen eingesetzt für

- den Fahrantrieb,
- das Hubgerüst mit Neigeeinrichtung,
- die Verstelleinrichtung für Staplergabeln oder die Dreheinrichtung,
- die Servolenkung.

Sofern bei Instandhaltungsarbeiten an Flurförderzeugen Gefährdungen durch ein mögliches Anstoßen der Staplergabeln bestehen, z.B. im Bereich von Verkehrswegen, sind diese vor Beginn der Arbeiten zu entfernen. Dies gilt auch bei dem Anheben des Flurförderzeuges mit einer Hebebühne.



Bild 35: Demontierte Hubgabeln bei Arbeiten an der Staplerhydraulik

6.2.2 Fahrantrieb

Erfordert der Wechsel oder Austausch des Fahrantrieb-Hydromotors ein Anheben des Hubgerüstes, so ist dieses entsprechend den Herstellerangaben gegen Absinken zu sichern.

6.2.3 Hubzylinder

Der sichere Zustand des Hubgerüstes ist für die Betriebssicherheit des Flurförderzeuges wesentlich. Reparaturen sollten nur von speziell hierfür geschultem Personal, z.B. beim Hersteller, oder vom Kundendienst durchgeführt werden. Bei allen Arbeiten am Hubgerüst sind die Vorgaben des Herstellers zu beachten.

Vor Beginn der Arbeiten an Hubzylindern ist das Hubgerüst abzulassen, abzustützen, in ein Gestell zu fahren oder mechanisch zu blockieren. Arbeiten an teleskopierbaren Hubgerüsten, z.B. Duplex- oder Triplexausführung, sollten dem Kundendienst vorbehalten bleiben.

Beim Einbau eines neuen Hubzylinders ist auf korrektes Einlegen der Hydraulik-Schlauchleitungen in die hierfür vorgesehenen Führungs-/Umlenkrollen zu achten.

Bei älteren Flurförderzeugen mit Schlauchrollern seitlich des Hubgerüstes ist darauf zu achten, dass die Schlauchleitung rollerseitig unter Federzugkraft steht. Beim Lösen der Verbindung ist die Schlauchleitung gegen Herumschlagen zu sichern, z.B. durch eine zweite Person. Dabei ist die Einzugs- bzw. Quetschgefahr am Schlauchroller zu beachten.

6.2.4 Neigezylinder

Vor Beginn der Arbeiten an den Neigezylindern ist das Hubgerüst gegen Bewegungen durch Eigengewicht nach Herstellervorgaben zu sichern. Dies geschieht z.B. durch Festzurren des Hubgerüstes in hinterster Position an den vorgesehen Anschlagpunkten oder am Fahrerschutzdach.



Bild 36: Festgezurrtes Hubgerüst bei Arbeiten an Neigezylindern

Die Neigezylinder sind vor dem Einbau mit Hydraulikflüssigkeit zu füllen (siehe Abschnitt 4.4).

6.2.5 Servolenkung

Da der Einbauraum der Lenkachseinheit unter dem Flurförderzeug sehr knapp bemessen ist, erscheint es zweckmäßig, bei Arbeiten an der Lenkhydraulik die komplette Lenkachseinheit zu demontieren. Der Ausbau hat nach Herstellerangaben zu erfolgen.

Sofern im Hydraulikkreis der Lenkung Druckspeicher vorhanden sind, sind diese Speicher vor Beginn der Arbeiten druckfrei zu machen.

6.3 Arbeiten an hydraulisch betriebenen Fahrzeugan- und aufbauten sowie Fahrzeugkranen

6.3.1 Allgemeine Hinweise

Auf Grund des oft hohen Gewichtes von Fahrzeugan- oder -aufbauten, wie Mastausleger, Krane, Schwenktürme sowie gegebenenfalls der Einwirkung von Windböen bei Instandhaltungsarbeiten in offenem Gelände stellen diese im angehobenen Zustand eine große Gefährdung dar.

Darüber hinaus ist zu beachten, dass durch hydraulisch hochgehaltene Lasten eingespannte Drücke vorhanden sein können. Hochgehaltene Lasten sind grundsätzlich abzusenken oder sicher abzustützen, siehe auch Abschnitt 5.9.3 der BG-Regel „Fahrzeug-Instandhaltung“ (BGR 157). Die Druckfreiheit ist herzustellen und zu prüfen.



Bild 37: Sicherungsstütze an einem angehobenen Fahrzeugaufbau

Anbauten, Schwenktürme, Mastausleger oder dergleichen, die von der Instandsetzung nicht betroffen sind, sollten vor Arbeitsbeginn aus dem Arbeitsbereich herausgesteuert werden.



Bild 38: Auf den Boden abgesenkter Ausleger einer Betonpumpe

6.3.2 Fahrzeughauptpumpen

Fahrzeughauptpumpen haben hohe Massen und lassen sich mit einem Hebezeug leichter ausbauen.

Unterflur eingebaute Pumpen lassen sich mittels Anschlagmitteln unter dem Fahrzeug auf dem Hallenboden, Hubwagen oder Grubenabdeckung ablegen. Die Belastbarkeit der Grubenabdeckung muss gewährleistet sein.



Bild 39: Fahrzeughauptpumpe an einem Lastanschlagmittel

6.3.3 Druckspeicher und Schlauchleitungen schützen

Sofern während der Instandhaltungsarbeiten die Gefahr der mechanischen Beschädigungen an eingebauten Druckspeichern oder Hydraulik-Schlauchleitungen besteht, sind diese für die Dauer der Instandhaltungsarbeiten zu demontieren oder abzuschirmen.

6.3.4 Austausch von Zylindern

Beim Ausbau der Hydraulikzylinder dürfen keine äußeren Kräfte an den Aufnahmepunkten (kolbenstangen- und zylinderbodenseitig) vorhanden sein. Die Ausleger sind deshalb komplett abzustützen oder auf dem Boden abzulegen.

Hydraulik-Zylinder können – auch bei abgesenkter Last – unter Druck stehen. Dieser Druck ist z.B. über die entsprechenden Rückschlagventile (Sperrblöcke) boden- und stangenseitig oder durch vorsichtiges Lösen der Verschraubungen vor der Demontage zu entlasten.

Es ist sinnvoll, die für den Einbau bestimmten neuen Zylinder bereits vorher mit Hydraulikflüssigkeit zu befüllen und zu entlüften (siehe Abschnitt 4.4).

6.3.5 Leitungen prüfen

Bei jährlichen Fahrzeugprüfungen (nach § 57 der Unfallverhütungsvorschrift „Fahrzeuge“ [BGV D29]) oder Prüfungen der An- oder Aufbauten sind auch die Hydraulik-Schlauchleitungen zu betrachten (siehe Abschnitt 4.3.5).

6.4 Arbeiten an Erdbaumaschinen und sonstigen selbstfahrenden Arbeitsmaschinen

6.4.1 Allgemeine Hinweise

Die einzelnen Bauteile der Arbeitseinrichtungen und des Fahrwerks von Erdbaumaschinen sowie sonstigen selbstfahrenden Arbeitsmaschinen können hohe Eigengewichte aufweisen. Neben anstehendem Öldruck kommen häufig Druckspeicher zum Einsatz, die ein besonderes Gefahrenpotential in sich bergen (siehe Abschnitt 4.7).

Erdbaumaschinen werden häufig im unwegsamen Gelände oder auf der Baustelle repariert, gewartet oder instand gesetzt.

Besondere Gefahren ergeben sich durch plötzliche Lageänderung der Maschine oder deren Bauteile sowie durch ein Absturzrisiko beim Aufenthalt auf hochgelegenen Teilen von Arbeitsmaschinen während der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten (siehe Abschnitt 6.4.3).

6.4.2 Sichern von Maschinen und Maschinenteilen gegen Bewegungen

Vor Beginn von Instandhaltungsarbeiten ist die Maschine in ebenes Gelände mit festem Untergrund zu verfahren und gegen Wegrollen zu sichern. Die Arbeitsausrüstung ist abzusenken.

Können die Instandhaltungsarbeiten nicht auf ebenem Gelände ausgeführt werden, sind Arbeiten an der Bremsanlage erforderlich oder muss die Maschine einseitig aufgebockt werden, ist eine zusätzliche Sicherung durch Unterlegkeile erforderlich.

Werden Arbeitsmaschinen für Instandhaltungsarbeiten angehoben, sind diese vor Beginn der Arbeiten standsicher mit Abstützböcken bzw. mit Kreuzstapeln aus Bohlen oder Kanthölzern zu unterbauen. Arbeiten an angehobenen Maschinen oder Einrichtungen, die nur durch den maschinen- oder fahrzeugeigenen Hydraulikdruck gehalten werden, sind unzulässig.

Durch das einseitige Anheben einer knickgelenkten Arbeitsmaschine oder durch einen Druckverlust im Hydrauliksystem kann die Lenkung plötzlich einschlagen. Dabei kann die Maschine ihre Standsicherheit verlieren, Personen im Nahbereich können eingequetscht werden. Sind Arbeiten im Bereich der Knicklenkung erforderlich oder müssen knickgelenkte Maschinen aufgebockt werden, ist zuvor die mechanische Knickgelenksicherung (formschlüssige Feststelleinrichtung) zu arretieren.

Bei Arbeiten an Hydraulikbaggern ist vor Beginn von Instandhaltungsarbeiten der Oberwagen gegen Schwenken zu sichern.



Bild 40: Drehsperre an einem Hydraulikbagger in Sperrstellung

Weiter ist zu berücksichtigen, dass Hydraulikbagger und Lader mit Gegengewichten ausgestattet sind. Müssen schwere Bauteile ausgebaut werden, kann die Maschine infolge der Schwerpunktverschiebung kippen.



Bild 41: Stützeinrichtung in Position an einer Erdbaumaschine

Arbeitseinrichtungen sind vor Arbeitsbeginn durch Absetzen auf den Boden, Abstützen oder gleichwertige Maßnahmen gegen Bewegung zu sichern. Müssen Arbeiten unterhalb der angehobenen Arbeitseinrichtung ausgeführt werden, ist diese durch die dafür vorgesehen formschlüssigen Abstützeinrichtungen gegen Absinken

zu sichern (siehe Bild 41). Sind derartige Sicherungen nicht vorhanden, ist das entsprechende Bauteil mit Unterstellböcken mit ausreichender Tragfähigkeit oder dergleichen abzustützen. Das Stapeln von Baumaterialien ist dazu nicht geeignet, da sie bei stoßartiger Beanspruchung während der Bauteilmontage ihre Standsicherheit verlieren können.

6.4.3 Hochgelegene Arbeitsplätze

Standflächen für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten müssen sicher erreicht werden können. Besteht Absturzgefahr, sind geeignete Schutzeinrichtungen zu verwenden. Hydraulikbauteile dürfen nicht als Steighilfe oder Befestigungspunkt für Schutzeinrichtungen gegen Absturz verwendet werden.

Teile der Arbeitsmaschine dürfen nur dann als Arbeitsplatz oder Zugang verwendet werden, wenn diese vom Hersteller dafür vorgesehen sowie tragfähig und rutschfest sind.

Werden Montagearbeiten von anderen vor Ort vorhandenen Arbeitsmaschinen oder Flurförderzeugen aus durchgeführt, müssen diese dafür zugelassen und mit einer zulässigen Personenaufnahmevorrichtung, z.B. Arbeitsplattform oder -bühne, ausgerüstet sein; siehe BG-Information „Arbeitsplattformen an Hydraulikbaggern und Ladern" (BGI 872). Das Arbeiten darf nicht von einer angehobenen Arbeitsausrüstung, z.B. Schaufel oder Gabelzinken/Palette, aus erfolgen.

6.4.4 Druckentlasten

Vor Beginn der Arbeiten ist der Druck im Hydrauliksystem abzubauen. Dabei ist nach Herstellerangaben vorzugehen.

Druckspeicher werden bei Arbeitsmaschinen üblicherweise in der Lenk-, Brems- oder in der Vorsteuerhydraulik sowie bei Ladern/Lademaschinen im Arbeitshydraulikkreis als Schwingungsdämpfungssystem verwendet. Sie müssen vor Beginn der Arbeiten flüssigkeitsseitig druckentlastet werden.

Anmerkung:

Ist der Druckspeicher der Vorsteuerhydraulik bereits drucklos, kann die Arbeitsausrüstung gegebenenfalls nur noch durch manuelle Notablasseinrichtung von Hand, z.B. per Lasthalteventil am Ausleger eines Hydraulikbaggers, abgesenkt werden.

Merke:	Vor der Wiederinbetriebnahme sind Lasthalteventile nach Herstellerangaben wieder einzustellen!

Der Hydrauliktank an Arbeitsmaschinen kann betriebsbedingt unter Überdruck stehen. Vor Beginn der Arbeiten an der Hydraulik ist der Tank zu entspannen.

6.4.5 Ausbau von Bauteilen

Bei Montagearbeiten an Hydraulikkomponenten ist gegebenenfalls der Einsatz von Hebezeugen erforderlich. Auf der Baustelle werden diese Arbeiten oftmals unter Zuhilfenahme anderer Erdbaumaschinen ausgeführt. Es ist darauf zu achten, dass diese Maschinen vom Hersteller für den Hebezeugbetrieb ausgelegt und ausgerüstet sind. Die Hinweise in der Betriebsanleitung sind zu beachten.

Bei der Montage können Kettenzüge hilfreich sein, die eine genaue Positionierung von Bauteilen ermöglichen.

Hydraulikzylinder müssen mit geeigneten Lastaufnahmeeinrichtungen, z.B. mit Hebebändern oder Rundschlingen im zweisträngigen Schnürgang angeschlagen, angehoben werden. Das Ausfahren der Kolbenstange während des Hebens kann durch Verschließen der Anschlüsse nach Demontage der Leitungen mit Blindstopfen verhindert werden.

6.5 Arbeiten an Wasserfahrzeugen

6.5.1 Allgemeine Hinweise

Auf Wasserfahrzeugen werden diverse hydraulische Ausrüstungen betrieben. Dabei unterscheidet man zwischen den für den Fahrbetrieb eines Schiffes notwendigen Hydrauliken, z.B.

- Ruderanlage,
- Steuerhauslift,
- Manövrierhilfen, wie Bugstrahlruder, Knickvorrichtungen oder dergleichen,

  sowie
- Winden

und den auf Schiffen und schwimmenden Geräten (Ponton) aufgebauten Maschinen für die unterschiedlichsten Einsatzzwecke, z.B.

- Bagger,
- Rammen,
- Krane,
- Pumpenantriebe speziell auf Tankschiffen,
- Mobilhydrauliken sowie Rampen, Klappen und Schottenschließeinrichtungen.



Bild 42: Bordkran auf einem Schubboot

Auf Grund der hohen erforderlichen Kräfte für die an den Schiffen zu bewegenden Fahrbetriebsteile und Aufbauten sind die hydrauli-

schen Ausrüstungen oft von hohem Gewicht. Zusätzlich sind jedoch weitere Besonderheiten, wie in den Abschnitten 6.5.2 bis 6.5.5 beschrieben, zu beachten.

6.5.2 Lageänderung des Schiffes

Schwimmende Schiffe sind immer in Bewegung. Durch Sog und Wellenschlag vorbeifahrender Schiffe, Wind und Seegang (auch in küstennahen Gewässern) wird auch bei an Hafenanlagen liegenden Schiffen ein seitliches Neigen um mehrere Winkelgrade hervorgerufen. Beim Laden und Löschen von Frachtschiffen ändert sich die Schwimmlage um die Längs- und die Querachse stetig.

Die Schiffsbewegungen können zu unbeabsichtigten Bewegungen ungesicherter Schiffs- und Maschinenteile führen. Daher ist eine vorausschauende Planung von Instandhaltungsarbeiten auf Schiffen erforderlich.

Merke:	Alle Arbeiten sind mit dem Schiffsführer abzusprechen!

6.5.3 Ungesicherte hydraulische Antriebe auf Schiffen

Bei hydraulischen Anlagen des Fahrbetriebes, z.B. Ruderanlagen, werden hohe Anforderungen an die Verfügbarkeit und die Betriebssicherheit der Anlagen gestellt. Im Wirkungsbereich dieser Anlagen des Fahrbetriebes sind Schutzeinrichtungen, die zu selbsttätigem Abschalten der Ruderanlage führen würden, verkehrsrechtlich nicht zugelassen. Technische Schutzmaßnahmen, wie trennende Schutzeinrichtungen, sind nicht überall möglich. Dadurch besteht die Gefahr des Zutritts in Arbeits- und Verkehrsbereiche, in denen Hydraulikbauteile ungeschützt verlegt sind und Abrisssicherungen sowie Rohr- oder Schlauchbruchsicherungen häufig fehlen. Auf Grund beengter Einbauverhältnisse und Stolperstellen besteht eine hohe Quetsch- und damit unmittelbare Lebensgefahr durch bewegliche Anlagenteile.



Bild 43: Quetschgefahren an einer Ruderanlage

6.5.4 **Beengte Einbauverhältnisse**

Durch die engen Einbauverhältnisse im Schiffsrumpf und den allseitig metallischen Bauteilen, Innenwänden, Schotten und Türen handelt es sich bei den meisten Instandhaltungsarbeiten um „Arbeiten in engen Räumen“, für die besondere Anforderungen hinsichtlich der elektrischen Ausrüstung gelten; siehe BG-Information „Arbeiten in engen Räumen“ (BGI 534).

6.5.5 **Redundanz wichtiger Fahrbetriebssysteme**

Auf Grund von Schiffssicherheitsvorschriften sind Ruderanlagen zur Gewährleistung hoher Ausfallsicherheit bzw. Verfügbarkeit redundant, d.h. doppelt ausgelegt. Dadurch bleibt die Manövrierfähigkeit auch bei Ausfall eines Systems erhalten.

Dabei kommen verschiedene Prinzipien zur Anwendung:

– Zwei parallele gleiche Systeme, von verschiedenen Energiequellen gespeist, mit automatischer Umschaltung,

- separat zugeschaltete Notsysteme mit eingeschränktem Weiterbetrieb der Ruderanlage (Nothandruder, elektrische Hilfspumpe),
- Druckspeicher, die eine begrenzte Anzahl von Ruderbewegungen erlauben.

Arbeiten an diesen Systemen dürfen nur nach Absprache mit dem Schiffsführer durchgeführt werden! Vor Beginn der Arbeiten am Hydrauliksystem sind alle relevanten Energiequellen abzuschalten (siehe Abschnitt 1.5). Auch handhydraulische Rudersysteme auf kleinen Schiffen und Nothandpumpen müssen vor Beginn von Instandhaltungsarbeiten gegen Benutzung gesichert werden!

7 Erforderliche Prüfungen

7.1 Allgemeines

Aus verschiedensten Gründen sind Arbeitsmittel (Maschinen) zu prüfen. Die Regelungen zu den Prüfungen ergeben sich auf Grund der Betriebssicherheitsverordnung.

Um eine ordnungsgemäße Montage und sichere Funktion des Arbeitsmittels sicherzustellen, sind diese vor der ersten Inbetriebnahme sowie nach jeder Montage an einem neuen Standort zu prüfen. Die Prüfung ist vom Betreiber des Arbeitsmittels zu veranlassen (siehe auch Abschnitt 7.2).

Darüber hinaus unterliegen Arbeitsmittel Schäden verursachenden Einflüssen bzw. Verschleiß. Um Schäden rechtzeitig zu entdecken und zu beheben und einen sicheren Betrieb zu ermöglichen sind die Arbeitsmittel in regelmäßigen Abständen zu prüfen. Auch diese Prüfungen sind vom Betreiber zu veranlassen (siehe auch Abschnitt 7.3).

7.2 Prüfung auf ordnungsgemäße Montage und sichere Funktion

Bei der Prüfung „auf ordnungsgemäße Montage und sichere Funktion“ werden die Kriterien beurteilt, die im Zusammenhang mit der Montage stehen bzw. nur an der komplett montierten Maschine beurteilt werden können.

Einige dieser Prüfkriterien können bereits bei einer „Sichtprüfung" im ausgeschalteten Zustand beurteilt werden; andere Kriterien erfordern eine „Funktionsprüfung" bei zugeschalteter Energie.

Eine Übersicht über den empfohlenen Prüfumfang für eine „Sichtprüfung" (im Zusammenhang mit der hydraulischen Ausrüstung) findet sich in Anhang 1 Buchstabe C.

Eine Übersicht über den empfohlenen Prüfumfang für eine „Funktionsprüfung" (im Zusammenhang mit der hydraulischen Ausrüstung) findet sich in Anhang 1 Buchstabe D.

7.3 Prüfung auf sichere Bereitstellung und Benutzung

Die Prüfung auf sichere Bereitstellung und Benutzung beurteilt Kriterien, die Schäden verursachenden Einflüssen unterliegen. Diese Prüfung muss aber auch nach Unfällen, Veränderungen (Umbauten) an der Maschine, längeren Zeiträumen der Nichtbenutzung sowie nach Instandsetzungsmaßnahmen infolge Beschädigung (Kollision, Naturereignis) durchgeführt werden.

Eine detaillierte Übersicht über den empfohlenen Prüfumfang zur „sicheren Bereitstellung und Benutzung" (im Zusammenhang mit der hydraulischen Ausrüstung) findet sich in Anhang E.

7.4 Rechtsgrundlagen für die Prüfungen

Die gesetzlichen Vorgaben zur Prüfung von Arbeitsmitteln, z.B. Maschinen, Anlagen und dergleichen, sind in der Betriebssicherheitsverordnung zu finden.

Der Betreiber des Arbeitsmittels hat Prüffristen sowie Art und Umfang der Prüfungen für seine individuellen Einsatzbedingungen im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung selbst festzulegen und die Prüfungen dementsprechend durchzuführen. Gesetzliche Vorgaben und Empfehlungen des Herstellers sind zu beachten.

Hierzu sind Technische Regeln zur Betriebssicherheit TRBS 1201 in Vorbereitung, die einige Beispiele enthalten. Die Prüfbestimmungen bisheriger berufsgenossenschaftlicher Unfallverhütungsvorschriften und Sicherheitsregeln können bei der Festlegung von Prüfumfängen und Prüfintervallen weiterhin als Hilfe herangezogen werden.

Die Prüfungen dürfen nur von dazu befähigten und vom Arbeitgeber beauftragten Personen durchgeführt werden. Eine befähigte Person im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung der Arbeitsmittel verfügt, siehe Technische Regeln für Betriebssicherheit TRBS 1203 „Befähigte Personen – Allgemeiner Teil".

Die Ergebnisse der Prüfungen sind aufzuzeichnen und mindestens bis zur nächsten Prüfung aufzubewahren.

8 Erste Hilfe

Die Erste-Hilfe-Maßnahmen am Unfallort sind oftmals entscheidend für den späteren Heilverlauf einer Verletzung oder gar die Rettung eines Beschäftigten. Entsprechend der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention" (BGV A1) muss in jedem Fall die erforderliche Anzahl an ausgebildeten Ersthelfern vorhanden sein. Die Ausbildung erfolgt durch von den Berufsgenossenschaften anerkannten Stellen. Darüber hinaus sind die Mitarbeiter mindestens einmal jährlich auch über das Verhalten bei Unfällen zu unterweisen.

Damit die notwendige Hilfe schnell und unverzüglich geleistet werden kann, ist die „Meldekette" eindeutig festzulegen:

- Wer ruft Hilfe herbei?
- Von wo kann Hilfe gerufen werden (Standort Telefon, Meldeeinrichtung)?
- Welche Hilfe wird gerufen (Ersthelfer, betriebliche Meldestelle, öffentlicher Rettungsdienst)?

Problematisch und deshalb von Bedeutung ist dies insbesondere bei Instandhaltungsarbeiten in größerer Entfernung zu anderen Arbeitsplätzen.

Im Falle eines Unfalles muss ein Notruf an den betrieblichen Notrufdienst oder an die Rettungsleitstelle (Telefon 112) wie folgt erfolgen:

- **Wo** ist es passiert?
- **Was** ist passiert?
- **Wie viele** Verletzte/Erkrankte?
- **Welche** Art von Verletzungen/Erkrankungen?
- **Warten** auf Rückfragen!

Einzelarbeit sollte in jedem Fall vermieden werden.

In Bereichen, in denen die Durchführung von Erste-Hilfe-Leistungen nicht oder nur schwierig möglich ist, sind Vorkehrungen zur Bergung möglicher Verletzter zu treffen.

Stellen, an denen Verbandskästen oder Spüleinrichtungen vorhanden sind, müssen bekannt und gekennzeichnet sein.

Die speziell beim Umgang mit Hydraulikflüssigkeiten auftretenden Gefährdungen sowie die entsprechenden Erste-Hilfe-Maßnahmen sind insbesondere:

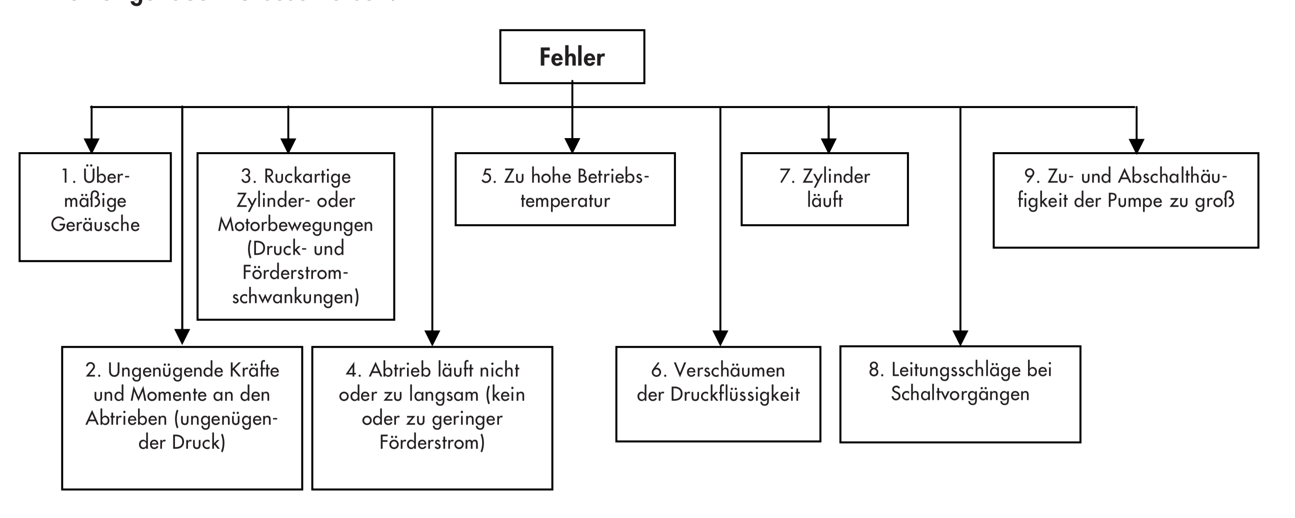
Gefährdung	Maßnahme
Eindringen (Injektion) von unter hohem Druck stehenden Hydraulikflüssigkeiten unter die Haut	**Sofort Arzt aufsuchen**; ganz wichtig: den Arzt auf den Unfallhergang (Ölinjektion) hinweisen, sonst könnten besonders kleine Wunden übersehen bzw. falsch behandelt werden!
Hydraulikflüssigkeit im Auge	Auge mindestens 15 Minuten mit mildem Wasser spülen (Augenspüleinrichtung oder sauberes Wasser), Arzt aufsuchen.
Verschlucken von Hydraulikflüssigkeiten	Kein Erbrechen herbeiführen, **sofort Arzt aufsuchen**.
Verbrennung durch heiße Hydraulikflüssigkeit	Mindestens 10 Minuten mit mildem Wasser kühlen, Wunde steril (d.h. mit keimfreiem nicht klebendem Verbandstoff bzw. Brandwundenauflagen) abdecken; Arzt aufsuchen.

Tabelle: Maßnahmen bei Unfällen mit Hydraulikflüssigkeit

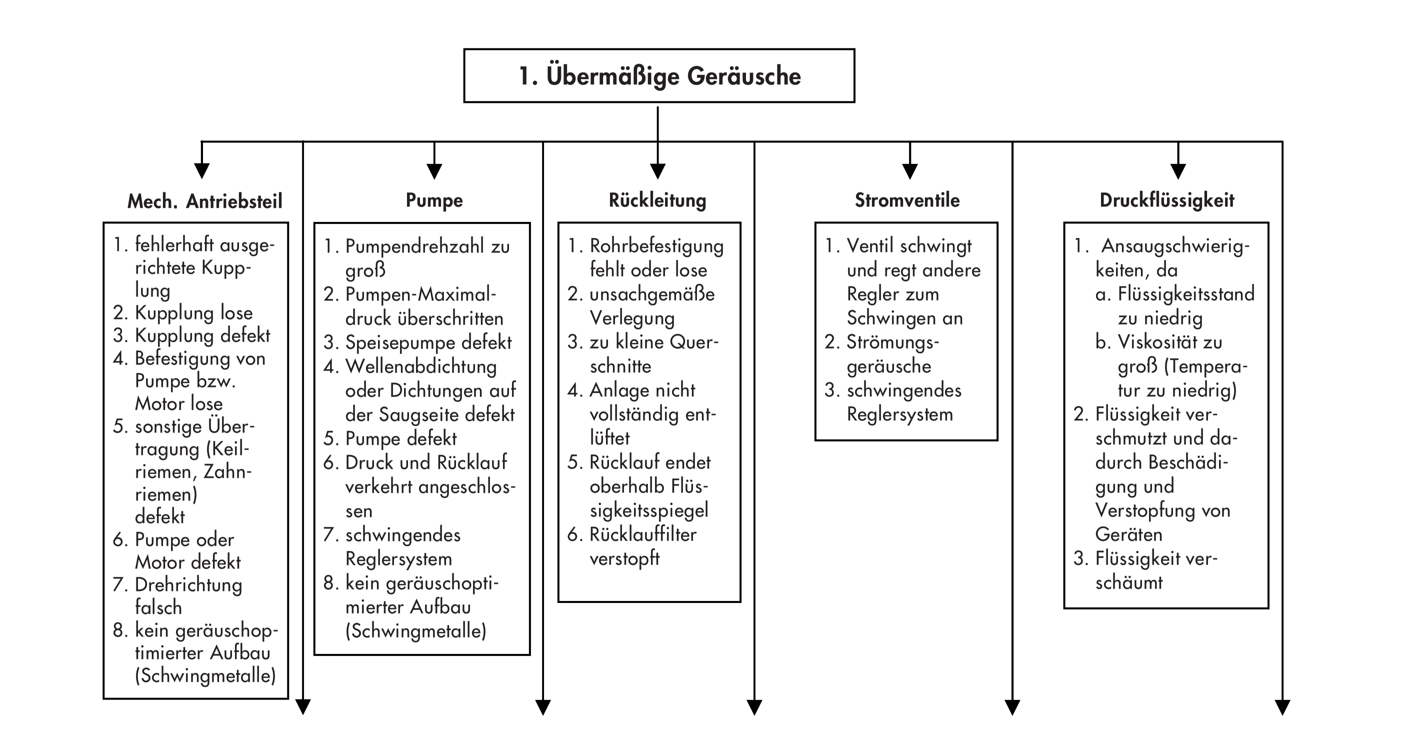
Der Rettungsdienst/Notarzt ist sofort über die Art der Hydraulikflüssigkeit zu informieren. Das aktuelle Sicherheitsdatenblatt oder die Betriebsanweisung ist bereitzuhalten.

A Fehlersuche

In Hydrauliksystemen kann eine Vielzahl verschiedener Fehler auftreten. Im ersten Schritt geht es darum, den Fehler genauer zu beschreiben.



Ist die Art des Fehlers ermittelt, werden die Einzelkomponenten einer näheren Betrachtung unterzogen.



1. Übermäßige Geräusche
Mech. Antriebsteil
1. fehlerhaft ausgerichtete Kupplung
2. Kupplung lose
3. Kupplung defekt
4. Befestigung von Pumpe bzw. Motor lose
5. sonstige Übertragung (Keilriemen, Zahnriemen) defekt
6. Pumpe oder Motor defekt
7. Drehrichtung falsch
8. kein geräuschoptimierter Aufbau (Schwingmetalle)
Pumpe
1. Pumpendrehzahl zu groß
2. Pumpen-Maximaldruck überschritten
3. Speisepumpe defekt
4. Wellenabdichtung oder Dichtungen auf der Saugseite defekt
5. Pumpe defekt
6. Druck und Rücklauf verkehrt angeschlossen
7. schwingendes Reglersystem
8. kein geräuschoptimierter Aufbau (Schwingmetalle)
Rückleitung
1. Rohrbefestigung fehlt oder lose
2. unsachgemäße Verlegung
3. zu kleine Querschnitte
4. Anlage nicht vollständig entlüftet
5. Rücklauf endet oberhalb Flüssigkeitsspiegel
6. Rücklauffilter verstopft
Stromventile
1. Ventil schwingt und regt andere Regler zum Schwingen an
2. Strömungsgeräusche
3. schwingendes Reglersystem
Druckflüssigkeit
1. Ansaugschwierigkeiten, da
a. Flüssigkeitsstand zu niedrig
b. Viskosität zu groß (Temperatur zu niedrig)
2. Flüssigkeit verschmutzt und dadurch Beschädigung und Verstopfung von Geräten
3. Flüssigkeit verschäumt

Saugverhältnisse

Widerstand in Saugleitung zu groß, da

1. Hahn in Saugleitung nicht oder nur teilweise geöffnet
2. Saugfilter verstopft oder zu klein
3. Saugleitung verstopft oder undicht
4. Saugleitung zu klein dimensioniert oder zu viele Krümmungen
5. Flüssigkeitsspiegel zu niedrig

Druckleitung

1. Rohrbefestigung fehlt oder lose
2. unsachgemäße Verlegung
3. zu kleine Querschnitte
4. Anlage nicht vollständig entlüftet

Druckventile

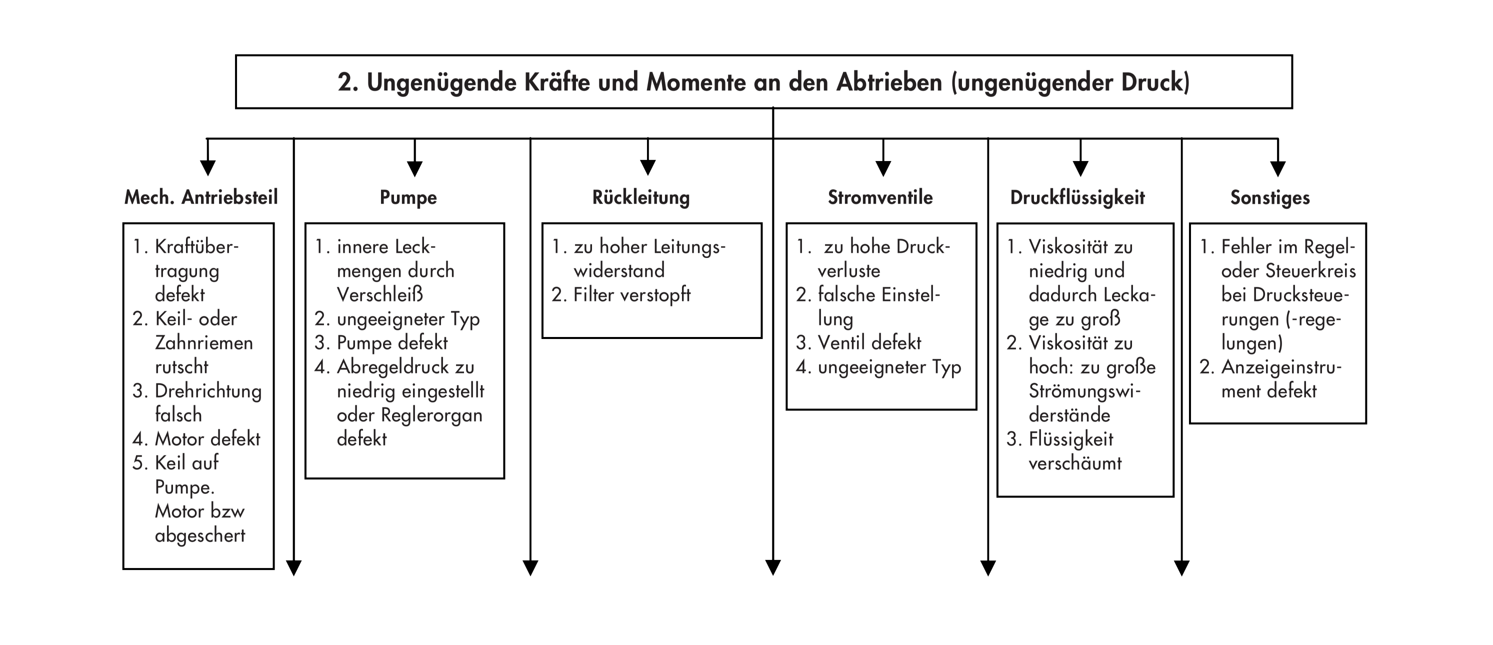
1. Ventil flattert wegen verschmutztem/ausgeschlagenem Ventilsitz
2. ungenügende Dämpfung (ungeeigneter Typ)
3. Strömungsgeräusche beim Ansprechen
4. Kennlinie ungünstig
5. falsche Auslegung

Steuerventile

1. Ventil flattert, da Magnet defekt oder Spannung zu klein
2. Ventil defekt durch Verschleiß oder Schmutz
3. zu großer Durchfluss
4. Steuerdruckschwankungen
5. bei Ventilen mit einstellbarer Dämpfung Einstellung nicht durchgeführt
6. elektr. Steuerung überprüfen

Antrieb (Motor, Zyl.)

1. Laufflächenverschleiß
2. schwingendes Reglersystem


2. Ungenügende Kräfte und Momente an den Abtrieben (ungenügender Druck)
Mech. Antriebsteil
1. Kraftübertragung defekt
2. Keil- oder Zahnriemen rutscht
3. Drehrichtung falsch
4. Motor defekt
5. Keil auf Pumpe. Motor bzw abgeschert
Pumpe
1. innere Leckmengen durch Verschleiß
2. ungeeigneter Typ
3. Pumpe defekt
4. Abregeldruck zu niedrig eingestellt oder Reglerorgan defekt
Rückleitung
1. zu hoher Leitungswiderstand
2. Filter verstopft
Stromventile
1. zu hohe Druckverluste
2. falsche Einstellung
3. Ventil defekt
4. ungeeigneter Typ
Druckflüssigkeit
1. Viskosität zu niedrig und dadurch Leckage zu groß
2. Viskosität zu hoch: zu große Strömungswiderstände
3. Flüssigkeit verschäumt
Sonstiges
1. Fehler im Regel- oder Steuerkreis bei Drucksteuerungen (-regelungen)
2. Anzeigeinstrument defekt

Saugverhältnisse

Widerstand in Saugleitung zu groß, da
1. Hahn in Saugleitung nicht oder nur teilweise geöffnet
2. Saugfilter verstopft oder zu klein
3. Saugleitung verstopft oder undicht
4. Saugleitung zu klein dimensioniert oder zu viele Krümmungen
5. Flüssigkeitsspiegel zu niedrig

Druckleitung

1. Leckstellen
2. zu hoher Leitungswiderstand
3. Druckfilter verstopft

Druckventile

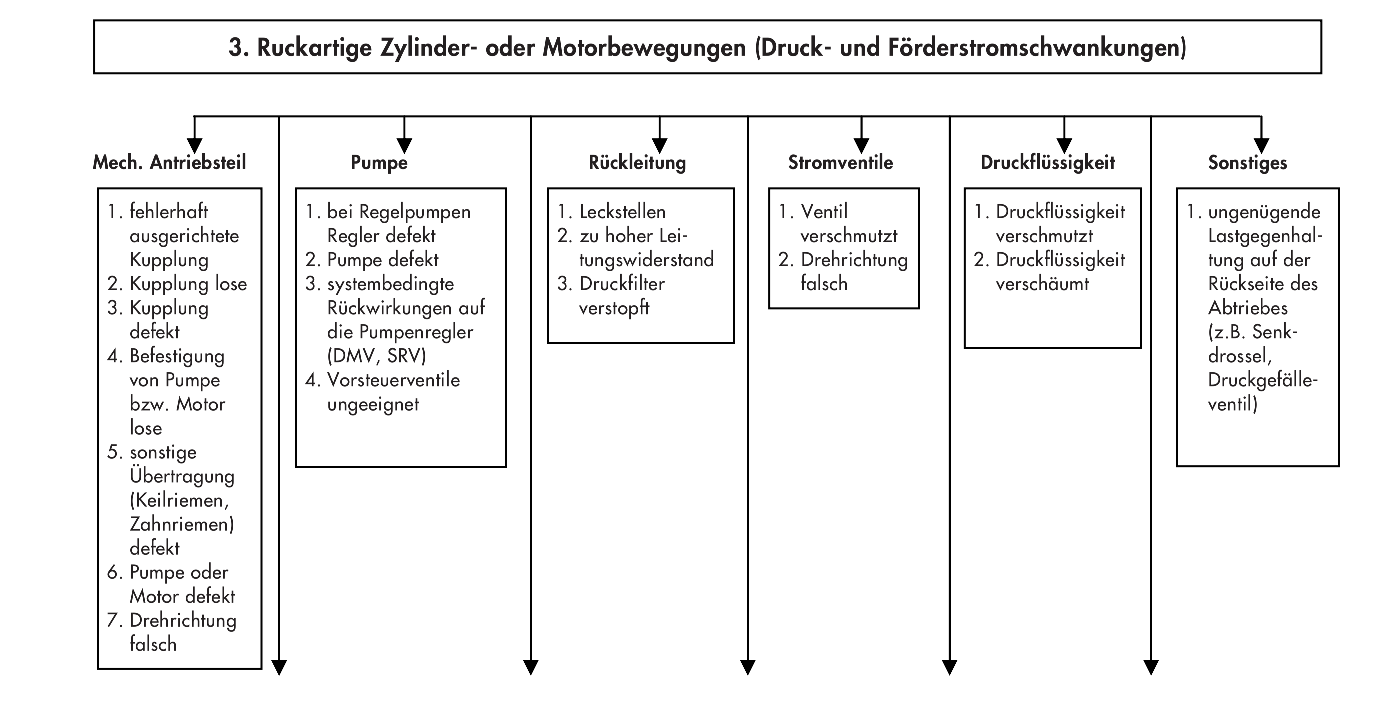
1. Betriebsdruck zu niedrig eingestellt
2. innere Leckage durch Verschleiß
3. Ventilsitz verschmutzt oder beschädigt
4. Feder gebrochen
5. ungeeigneter Typ (Einstellbereich zu niedrig)

Steuerventile

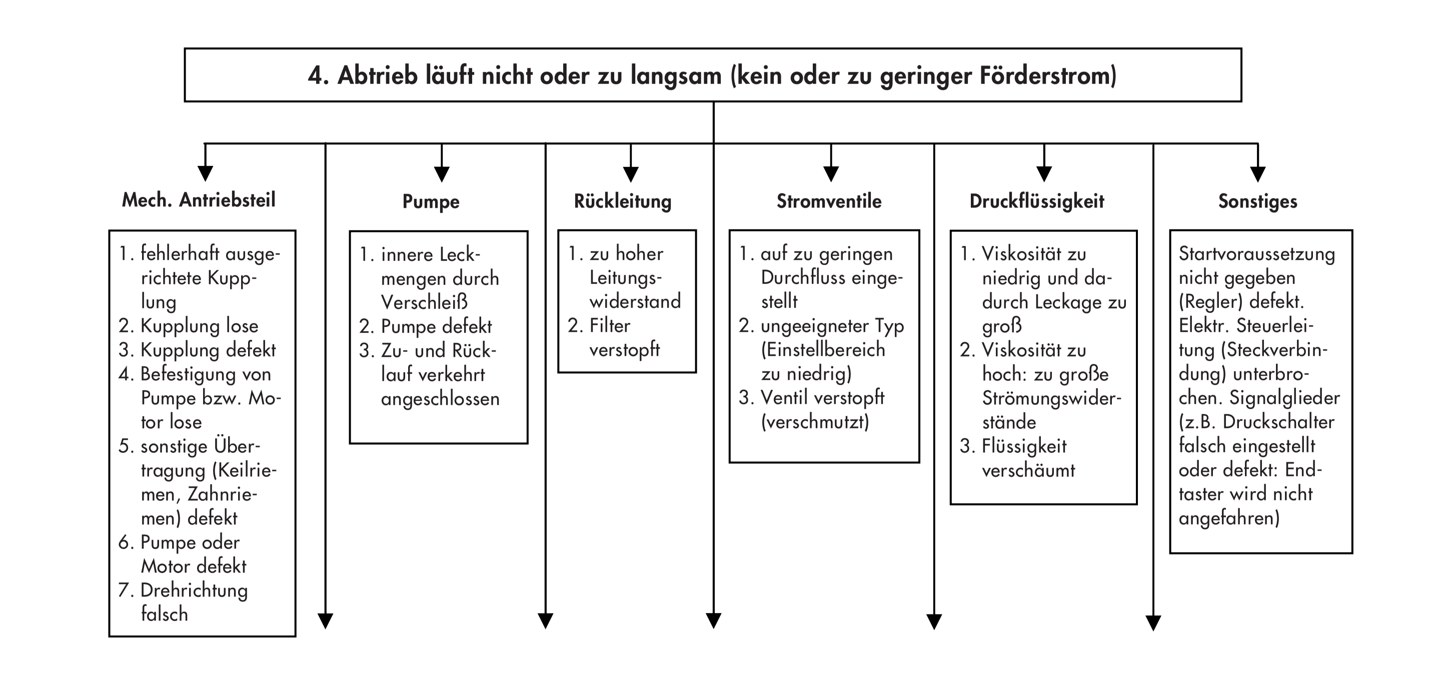
1. falsche Schaltstellung (z.B. druckloser Umlauf schaltet nicht ab)
2. Magnet defekt
3. innere Leckage durch Verschleiß
4. zu hoher Strömungswiderstand
5. Schieber klemmt

Antrieb (Motor, Zyl.)

1. innere Leckage (z.B. Zylindermanschetten verschlissen)
2. Laufflächenverschleiß
3. zu hohe innere Reibung (schlechter Wirkungsgrad)


3. Ruckartige Zylinder- oder Motorbewegungen (Druck- und Förderstromschwankungen)
Mech. Antriebsteil
1. fehlerhaft ausgerichtete Kupplung
2. Kupplung lose
3. Kupplung defekt
4. Befestigung von Pumpe bzw. Motor lose
5. sonstige Übertragung (Keilriemen, Zahnriemen) defekt
6. Pumpe oder Motor defekt
7. Drehrichtung falsch
Pumpe
1. bei Regelpumpen Regler defekt
2. Pumpe defekt
3. systembedingte Rückwirkungen auf die Pumpenregler (DMV, SRV)
4. Vorsteuerventile ungeeignet
Rückleitung
1. Leckstellen
2. zu hoher Leitungswiderstand
3. Druckfilter verstopft
Stromventile
1. Ventil verschmutzt
2. Drehrichtung falsch
Druckflüssigkeit
1. Druckflüssigkeit verschmutzt
2. Druckflüssigkeit verschäumt
Sonstiges
1. ungenügende Lastgegenhaltung auf der Rückseite des Abtriebes (z.B. Senkdrossel, Druckgefälleventil)

Saugverhältnisse	Druckleitung	Druckventile	Steuerventile	Antrieb (Motor, Zyl.)
Widerstand in Saugleitung zu groß, da 1. Hahn in Saugleitung nicht oder nur teilweise geöffnet 2. Saugfilter verstopft oder zu klein 3. Saugleitung verstopft oder undicht 4. Saugleitung zu klein dimensioniert oder zu viele Krümmungen 5. Flüssigkeitsspiegel zu niedrig	1. Anlage nicht vollständig entlüftet	1. Ventil flattert wegen verschmutztem/ausgeschlagenem Ventilsitz 2. ungenügende Dämpfung (ungeeigneter Typ) 3. zu lange ungedämpfte Steuerleitung 4. ungeeignetes Steuerventil	1. Ventil flattert, da Magnet defekt oder Spannung zu klein 2. Ventil defekt durch Verschleiß oder Schmutz 3. zu großer Durchfluss 4. Steuerdruckschwankungen 5. bei Ventilen mit einstellbarer Dämpfung Einstellung nicht durchgeführt 6. elektr. Steuerung überprüfen	1. Stick-Slip-Effekt, da Reibung der Zyl.-Manschetten zu groß 2. Grenzdrehzahl des Hydromotors unterschritten


4. Abtrieb läuft nicht oder zu langsam (kein oder zu geringer Förderstrom)
Mech. Antriebsteil
1. fehlerhaft ausgerichtete Kupplung
2. Kupplung lose
3. Kupplung defekt
4. Befestigung von Pumpe bzw. Motor lose
5. sonstige Übertragung (Keilriemen, Zahnriemen) defekt
6. Pumpe oder Motor defekt
7. Drehrichtung falsch
Pumpe
1. innere Leckmengen durch Verschleiß
2. Pumpe defekt
3. Zu- und Rücklauf verkehrt angeschlossen
Rückleitung
1. zu hoher Leitungswiderstand
2. Filter verstopft
Stromventile
1. auf zu geringen Durchfluss eingestellt
2. ungeeigneter Typ (Einstellbereich zu niedrig)
3. Ventil verstopft (verschmutzt)
Druckflüssigkeit
1. Viskosität zu niedrig und dadurch Leckage zu groß
2. Viskosität zu hoch: zu große Strömungswiderstände
3. Flüssigkeit verschäumt
Sonstiges
Startvoraussetzung nicht gegeben (Regler) defekt. Elektr. Steuerleitung (Steckverbindung) unterbrochen. Signalglieder (z.B. Druckschalter falsch eingestellt oder defekt: Endtaster wird nicht angefahren)

Saugverhältnisse

Widerstand in Saugleitung zu groß, da
1. Hahn in Saugleitung nicht oder nur teilweise geöffnet
2. Saugfilter verstopft oder zu klein
3. Saugleitung verstopft oder undicht
4. Saugleitung zu klein dimensioniert oder zu viele Krümmungen
5. Flüssigkeitsspiegel zu niedrig

Druckleitung

1. Leckstellen
2. zu hoher Leitungswiderstand
3. Druckfilter verstopft

Druckventile

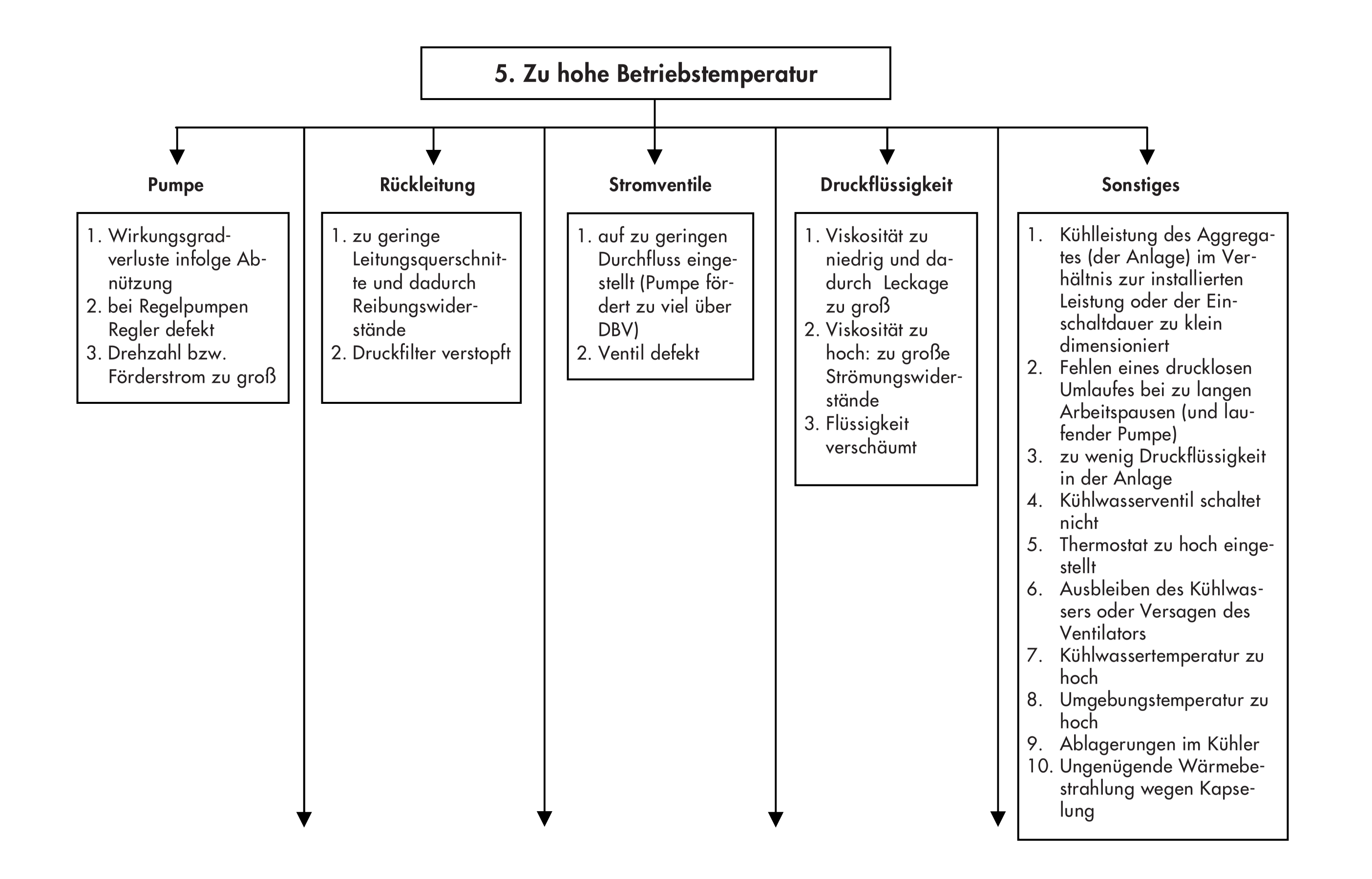
1. Betriebsdruck zu niedrig eingestellt
2. innere Leckage durch Verschleiß
3. Ventilsitz verschmutzt oder beschädigt
4. Feder gebrochen
5. ungeeigneter Typ (Einstellbereich zu niedrig) bei Folgesteuerung
6. Zuschaltventil zu hoch eingestellt oder defekt

Steuerventile

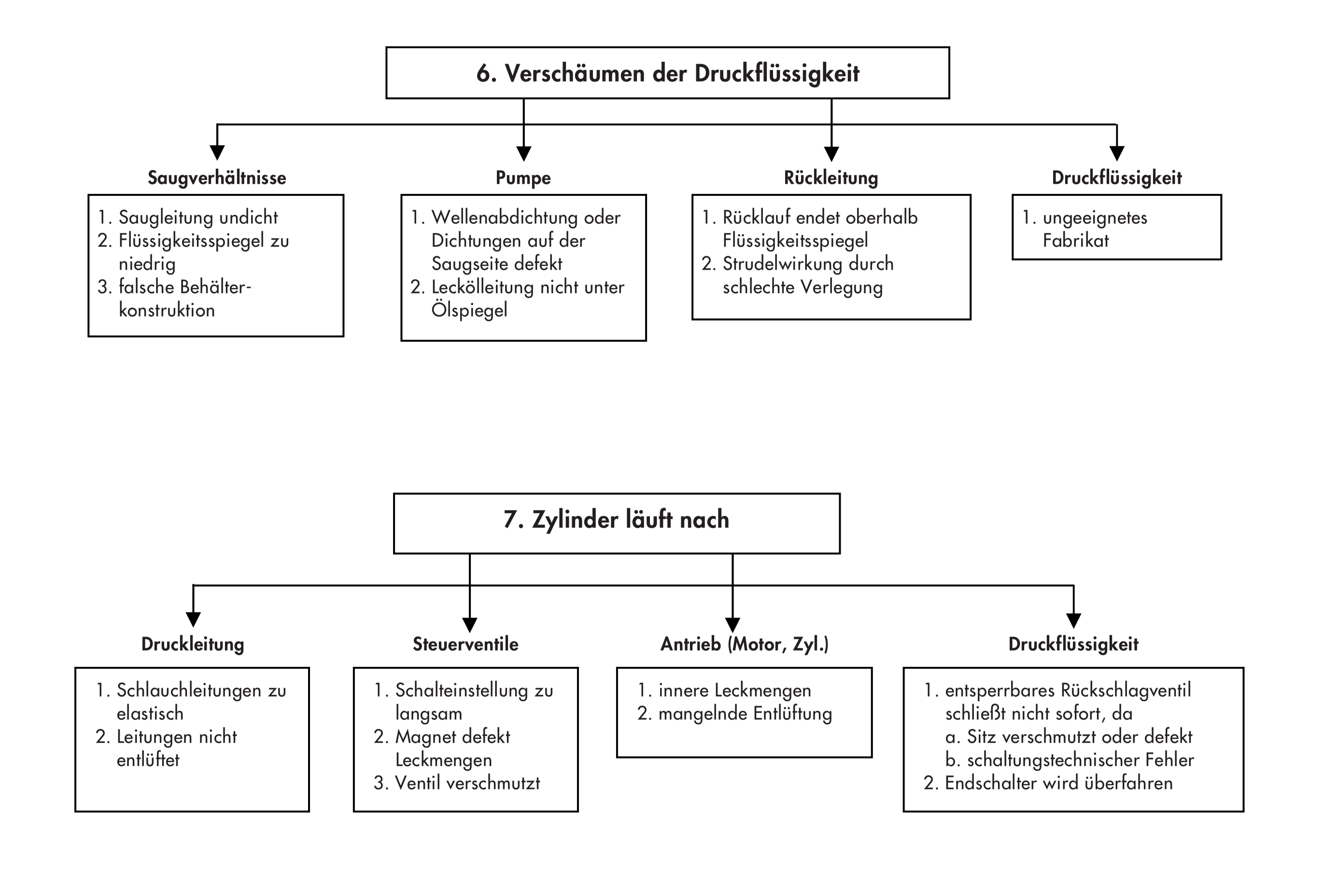
1. falsche Schaltstellung (z.B. druckloser Umlauf schaltet nicht ab)
2. Magnet defekt
3. innere Leckage durch Verschleiß
4. zu hoher Strömungswiderstand
5. Schieber klemmt
6. Handventile (Hähne) nicht in Durchgangsstellung

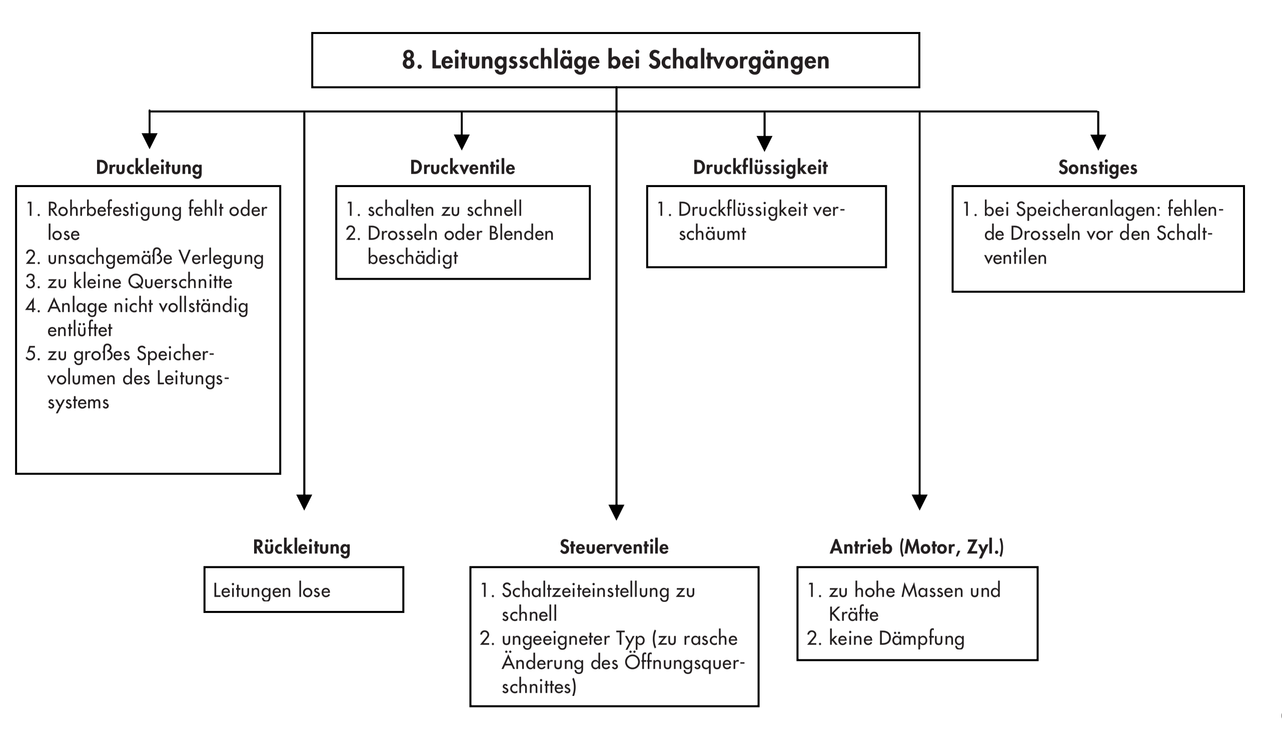
Antrieb (Motor, Zyl.)

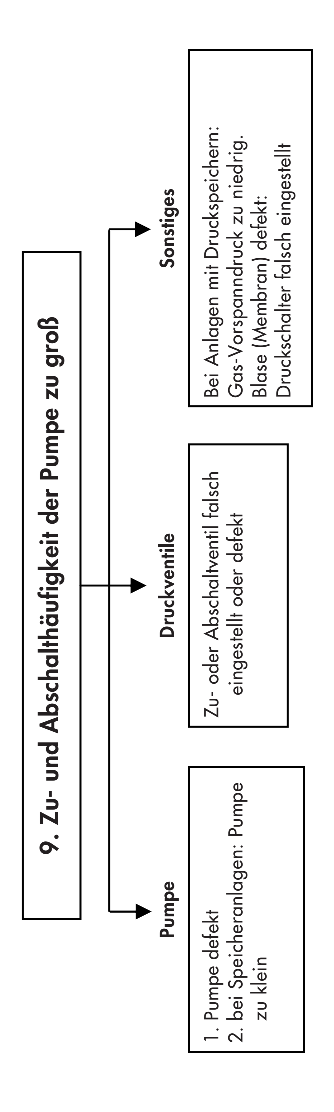
1. innere Leckage (z.B. Zylindermanschetten verschlissen)
2. Laufflächenverschleiß
3. zu hohe innere Reibung (schlechter Wirkungsgrad)
4. Abtrieb blockiert (z.B. Kolbenfresser)


5. Zu hohe Betriebstemperatur
Pumpe
1. Wirkungsgrad-verluste infolge Ab-nützung
2. bei Regelpumpen Regler defekt
3. Drehzahl bzw. Förderstrom zu groß
Rückleitung
1. zu geringe Leitungsquerschnit-te und dadurch Reibungswider-stände
2. Druckfilter verstopft
Stromventile
1. auf zu geringen Durchfluss einge-stellt (Pumpe för-dert zu viel über DBV)
2. Ventil defekt
Druckflüssigkeit
1. Viskosität zu niedrig und da-durch Leckage zu groß
2. Viskosität zu hoch: zu große Strömungswider-stände
3. Flüssigkeit verschäumt
Sonstiges
1. Kühlleistung des Aggrega-tes (der Anlage) im Ver-hältnis zur installierten Leistung oder der Ein-schaltdauer zu klein dimensioniert
2. Fehlen eines drucklosen Umlaufes bei zu langen Arbeitspausen (und lau-fender Pumpe)
3. zu wenig Druckflüssigkeit in der Anlage
4. Kühlwasserventil schaltet nicht
5. Thermostat zu hoch einge-stellt
6. Ausbleiben des Kühlwas-sers oder Versagen des Ventilators
7. Kühlwassertemperatur zu hoch
8. Umgebungstemperatur zu hoch
9. Ablagerungen im Kühler
10. Ungenügende Wärmebe-strahlung wegen Kapse-lung

Druckleitung	Druckventile	Steuerventile	Antrieb (Motor, Zyl.)
1. zu geringe Leitungsquer-schnitte und dadurch Reibungswiderstände 2. Druckfilter verstopft	1. zu hoher Dauerförder-strom 2. ungeeignete Ventiltype (Querschnitte zu klein)	1. zu hohe Leckverluste 2. druckloser Umlauf-schaltet nicht ein 3. Schieber klemmt	1. Wirkungsgrad-Verluste infolge Abnützung 2. zu hohe innere Reibung (schlechter Wirkungsgrad) 3. innere Leckverluste


6. Verschäumen der Druckflüssigkeit
Saugverhältnisse
1. Saugleitung undicht
2. Flüssigkeitsspiegel zu niedrig
3. falsche Behälter-konstruktion
Pumpe
1. Wellenabdichtung oder Dichtungen auf der Saugseite defekt
2. Leckölleitung nicht unter Ölspiegel
Rückleitung
1. Rücklauf endet oberhalb Flüssigkeitsspiegel
2. Strudelwirkung durch schlechte Verlegung
Druckflüssigkeit
1. ungeeignetes Fabrikat
7. Zylinder läuft nach
Druckleitung
1. Schlauchleitungen zu elastisch
2. Leitungen nicht entlüftet
Steuerventile
1. Schalteinstellung zu langsam
2. Magnet defekt Leckmengen
3. Ventil verschmutzt
Antrieb (Motor, Zyl.)
1. innere Leckmengen
2. mangelnde Entlüftung
Druckflüssigkeit
1. entsperrbares Rückschlagventil schließt nicht sofort, da
a. Sitz verschmutzt oder defekt
b. schaltungstechnischer Fehler
2. Endschalter wird überfahren


8. Leitungsschläge bei Schaltvorgängen
Druckleitung
1. Rohrbefestigung fehlt oder lose
2. unsachgemäße Verlegung
3. zu kleine Querschnitte
4. Anlage nicht vollständig entlüftet
5. zu großes Speichervolumen des Leitungssystems
Druckventile
1. schalten zu schnell
2. Drosseln oder Blenden beschädigt
Druckflüssigkeit
1. Druckflüssigkeit verschäumt
Sonstiges
1. bei Speicheranlagen: fehlende Drosseln vor den Schaltventilen
Rückleitung
Leitungen lose
Steuerventile
1. Schaltzeiteinstellung zu schnell
2. ungeeigneter Typ (zu rasche Änderung des Öffnungsquerschnittes)
Antrieb (Motor, Zyl.)
1. zu hohe Massen und Kräfte
2. keine Dämpfung


9. Zu- und Abschalthäufigkeit der Pumpe zu groß
Pumpe
1. Pumpe defekt
2. bei Speicheranlagen: Pumpe zu klein
Druckventile
Zu- oder Abschaltventil falsch eingestellt oder defekt
Sonstiges
Bei Anlagen mit Druckspeichern:
Gas-Vorspanndruck zu niedrig.
Blase (Membran) defekt:
Druckschalter falsch eingestellt

B Hinweise zur Instandhaltung

(auf der Basis der „Allgemeine Betriebsanleitung 0/1" nach BOSCH,
Ausgabe 1.0, Seite 63ff.)

Die nachfolgend aufgeführten Sicherheitshinweise sind stets und sorgfältig zu beachten:

– Alle Instandhaltungsarbeiten fristgerecht, ordnungsgemäß und vollständig durchführen.
– Das gesamte Personal ist vor Beginn der Instandhaltungsarbeiten zu informieren.
– Der Instandhaltungsbereich ist vor Beginn der Arbeiten weiträumig abzusichern.
– Auf Instandhaltungsarbeiten ist durch eine entsprechende Beschilderung hinzuweisen.
– Hinweisschilder sind insbesondere am Schaltschrank, am Hauptschalter, an Stellgliedern und Zugängen anzubringen.
– Falls das Abschalten der Hydraulikbaugruppe erforderlich ist, dann ist die Hydraulikbaugruppe wie folgt gegen unbeabsichtigtes Wiedereinschalten abzusichern:
– Alle Antriebe sind auszuschalten, die Hydraulik ist mit dem Hauptschalter vom Netz zu trennen.
– Der Druck der Hydraulikbaugruppe bzw. -Komponente ist abzubauen.
– Eventuell vorhandene Druckspeicher sind zu entlasten.
– Der Hauptschalter ist gegen unplanmäßiges Wiedereinschalten zu sichern.

Vor jedem manuellen Eingriff an der Hydraulikkomponente:

Alle erforderlichen Angaben zur Druckentlastung und zu den Hydraulikkomponenten, welche nicht selbstständig druckentlastet werden, sind der jeweiligen Betriebsanleitung zu entnehmen.

– Zylinder sind in die sichere Endlage zu fahren.
– Alle Lasten sind abzusenken.
– Alle Pumpen sind abzuschalten.
– Alle Vertikalzylinder sind mechanisch gegen Absinken abzustützen. An angehobenen Einheiten dürfen Instandhaltungsarbeiten nicht ohne externe Absicherung durchgeführt werden.

- Vorhandene Druckspeicher sind fachgerecht zu entlasten.
- Die Druckversorgung ist abzuschalten und die Hydraulikbaugruppe gegen unplanmäßiges Wiedereinschalten zu sichern.
- Es ist sicherzustellen, dass sich nur autorisiertes Personal im Arbeitsbereich aufhält.
- Die erforderlichen persönlichen Schutzausrüstungen sind zu benutzen.
- Die zu öffnenden Systemabschnitte und Druckleitungen sind vor Beginn der Instandhaltung abkühlen zu lassen.
- Noch unter Druck stehende Segmente sind langsam zu öffnen.
- Auf Grund von Rückschlagventilen in den Druckleitungen über den Pumpen kann das hydraulische System auch nach der Trennung von der eigentlichen Druckversorgung noch unter Druck stehen. Einige Segmente, z.B. die Servozylinder, bleiben durch die Sperrstellung der Proportionalventile auch weiterhin unter Druck (im Hydraulikplan sind alle Ventile in Grundstellung eingezeichnet).
- Nur neue, baugleiche und geprüfte Komponenten, Ersatzteile und Schmierstoffe in Erstausrüsterqualität sind für den Austausch/Einsatz zugelassen. Der Einbau von gebrauchten und ungeprüften Komponenten ist aus Sicherheitsgründen strengstens verboten.
- Während der Instandhaltung, die unter Umständen eine Entfernung bestimmter Schutzvorrichtungen bedingt, dürfen Maschinenbewegungen nur mit erhöhter Wachsamkeit durchgeführt werden. Die Schutzvorrichtungen sind vor jeder (Wieder) Inbetriebnahme wieder ordnungsgemäß zu installieren und auf Funktionstüchtigkeit zu prüfen.
- Schweiß-, Brenn- oder Schleifarbeiten am Hydraulikaggregat oder dessen Aufbauten dürfen nur nach Genehmigung durch den örtlichen Sicherheitsbeauftragten und mit passender Schutzabdeckung gegen Verunreinigen durchgeführt werden.
- Bei Montagearbeiten über Körperhöhe vom Betreiber sind vorgesehene Aufstiegshilfen und Arbeitsbühnen zu verwenden. Anlagenteile dürfen nicht als Aufstiegshilfe benutzt werden.
- Werkzeuge und Geräte, die zur Instandhaltung nötig waren, sind aus der Maschine/Anlage zu entfernen.
- Leckagen sind stets sofort zu beseitigen.
- Das Personal ist stets vor einem (Wieder) Anlauf des Maschine/ Anlage zu informieren.

C Prüfumfang Sichtprüfung
(vor Erst- bzw. Wiederinbetriebnahme)

Folgender Prüfumfang wird empfohlen:	erfüllt?
– Entspricht die hydraulische Steuerung einschließlich der Verbindungen der einzelnen Bauteile dem Hydraulikplan und der Anlagenbeschreibung? – Stimmen die auf dem Typenschild und in der Betriebsanweisung angegebenen Daten mit den Daten der bereitgestellten Energien überein? – Sind für alle zugeführten Energien Hauptbefehlseinrichtungen vorhanden? – Sind Einrichtungen zum Abbau der Energie (Druckentlastungseinrichtungen)? – Sind alle Mess-, Entlüftungs- und Ablassstellen sowie alle Bauteile in Übereinstimmung mit dem Hydraulikplan gekennzeichnet? – Sind die Hydraulikventile, welche als „Einrichtung zur Befreiung von Personen“ genutzt werden in Übereinstimmung mit der Betriebsanleitung gekennzeichnet? – Sind Überwachungseinrichtungen für alle sicherheitsrelevanten Anlagenparameter (z.B. Druck, Volumenstrom, Temperatur, Ölstand) installiert und einzusehen? – Sind alle Stellteile zweckmäßig gekennzeichnet und sicher, schnell und eindeutig zu bedienen (besonders bei manuell gesteuerten Anlagen)? – Sind die Einstellwerte an allen einstellbaren hydraulischen Bauteilen (z.B. Druckbegrenzungsventile, Drosselventile, Druckschalter) in Übereinstimmung mit dem Hydraulikplan gekennzeichnet? – Sind alle Warnschilder (insbesondere für Hydrospeicher und anderweitig gespeicherte Energie) vorhanden? – Sind alle Rohrleitungen gemäß Hydraulikplan und -stückliste ausgewählt und installiert und gemäß Abschnitt 4.2 eingebaut? – Sind alle Schlauchleitungen gemäß Hydraulikplan und -stückliste ausgewählt, installiert, gekennzeichnet und gemäß Abschnitt 4.3.4 eingebaut? – Sind Schlauchleitungen nicht in Leitungsbereichen mit erhöhten Anforderungen (z.B. Hochhalten einer Last) eingesetzt? – Ist an Schlauchleitungen, wenn erforderlich, ein wirksamer Schutz gegen Aufpeitschen und/oder Austritt von Druckflüssigkeit vorhanden? – Sind alle Sicherheitseinrichtungen installiert und entsprechen diese der Anlagenbeschreibung? – Sind Not-Aus-Einrichtungen an allen Gefahrenorten vorhanden? – Wurde eine Ausrüstungs- und Aufstellungsprüfung für die eingesetzten Hydrospeicher (und gegebenenfalls weitere Druckgeräte) durchgeführt?	

D Prüfumfang Funktionsprüfung

Folgender Prüfumfang wird empfohlen:	erfüllt?
– Sind die Einstellwerte aller einstellbaren hydraulischen Bauteile entsprechend der Kennzeichnung eingestellt und die Einstellung gesichert? – Erfüllt die hydraulische Steuerung die bestimmungsgemäße Funktion und entspricht diese der Anlagenbeschreibung? – Funktionieren alle Sicherheitskreise entsprechend der Anlagenbeschreibung? – Sind die Not-Aus-Einrichtungen wirksam und entspricht ihre Wirkung der Anlagenbeschreibung? – Ist ein Wiederingangsetzen erst nach erfüllten Sicherheitsbedingungen möglich? – Entstehen durch Betätigen von Not-Aus keine zusätzlichen Gefährdungen und nach Entrasten kein selbsttätiger Anlauf? – Es entstehen keine Gefährdungen im Zusammenspiel mit verketteten Anlagen (Verriegelungen)? – Wirken die Befehlseinrichtungen für Ingangsetzen und Stillsetzen entsprechend der Anlagenbeschreibung? – Funktionieren alle Überwachungseinrichtungen der sicherheitsrelevanten Anlagenparameter? – Sind die Einrichtungen zum Abbau noch vorhandener Energie nach Trennen von der Energieversorgung wirksam und gefahrlos anzuwenden? – Führt Ein- und Ausschalten der Energieversorgung, Energiereduzierung sowie Ausfall und Wiederkehr der Energie nicht zu Gefährdungen? – Ergeben sich beim bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage keine außergewöhnlich hohen Druckstöße oder Druckverstärkungen? – Bei der Prüfung jedes Teils der hydraulischen Anlage mit dem maximalen Betriebsdruck, der unter allen beabsichtigten Anwendungen erreicht werden kann, ▪ sind keine messbaren Leckagen aufgetreten? ▪ haben alle hydraulischen Bauteile dem Druck standgehalten? – Überschreitet die Anlagentemperatur nicht die in der Anlagenbeschreibung festgelegten Grenzwerte? – Sind alle für den sicheren Betrieb der hydraulischen Anlage erforderlichen Benutzerinformationen vorhanden (z.B. Hydraulikplan, -stückliste, Anlagenbeschreibung, Zeichnungen, Bedienungs-/Wartungsanleitung, Unterlagen zu Hydrospeichern, Sicherheitsdatenblätter zu den eingesetzten Druckflüssigkeiten etc.)? – Ferner für Steuerungsfachleute: – Bestätigt der simulierte Fehlerfall die Sicherheitskategorie (nur bei redundanten Steuerungen der Kategorien 3 und 4 nach EN 954-1)?	

E Prüfumfang „Sichere Bereitstellung und Benutzung“

Folgender Prüfumfang wird empfohlen:	erfüllt?
– Entsprechen die Einsatzbedingungen und Umgebungsmaschinen der Maschine noch der bestimmungsgemäßen Verwendung? Hierzu müssen z.B. beachtet werden: ▪ Art des Produktes, Taktzeiten, Stückzahlen ▪ Drücke, Volumenströme und Temperaturen im hydraulischen System ▪ verwendete Druckflüssigkeit(en) ▪ Geschwindigkeiten/Anhaltezeiten der Gefahr bringenden Bewegungen ▪ bewegte/hochgehaltene Massen ▪ Zufuhr- und Entnahmeart ▪ Ort der Aufstellung ▪ äußere Einflüsse (z.B. Schwingung, Feuchtigkeit, Verschmutzung, mechanische Einwirkungen, Umgebungstemperatur etc.) ▪ Lage der Transportwege und Art der Transportmittel ▪ Platz und Zugang für Betrieb und Instandhaltung ▪ Anordnung und Anbau von Zusatzeinrichtungen ▪ Wechselwirkung mit anderen Maschinen – Ist die Benutzerinformation des Herstellers noch vollständig und vorhanden? – Sind alle in der Benutzerinformation aufgeführten Sicherheitseinrichtungen noch vorhanden und installiert? – Funktionieren alle Sicherheitseinrichtungen entsprechend der Anlagenbeschreibung, z.B. ▪ Sicherheitsabstände (insbesondere nach Änderung der Einsatzbedingungen), ▪ sekundäre Schutzmaßnahmen (insbesondere nach Änderungen der Einsatz- und Umgebungsbedingungen)? – Sind die Not-Aus-Einrichtungen noch an allen Gefahrenorten vorhanden und wirksam und entspricht die Wirkung der Anlagenbeschreibung? – Ist ein erneutes Ingangsetzen erst nach Wiederherstellen des sicheren Zustandes möglich? – Entstehen durch Betätigen von Not-Aus keine zusätzlichen Gefährdungen und nach Entrasten kein selbsttätiger Anlauf? – Entstehen keine Gefährdungen im Zusammenspiel mit verketteten Anlagen (Verriegelungen)? – Wirken die Befehlseinrichtungen für Ingangsetzen und Stillsetzen entsprechend der Anlagenbeschreibung? – Sind die Einstellwerte aller einstellbaren hydraulischen Bauteile (z.B. Druckbegrenzungsventile, Drosselventile, Druckschalter) entsprechend der Vorgaben eingestellt und die Einstellung gesichert?	

(Fortsetzung)

Folgender Prüfumfang wird empfohlen:	erfüllt?
– Funktionieren alle Überwachungseinrichtungen der sicherheitsrelevanten Anlagenparameter (z.B. Druck, Volumenstrom, Temperatur, Ölstand)? – Sind alle Hinweis- und Warnzeichen sowie Kennzeichnungen an Bauteilen, Leitungen, Messstellen, Anschlussöffnungen, Druckentlastungseinrichtungen oder dergleichen noch vorhanden und lesbar? – Wirken alle Druckentlastungs- und Absperreinrichtungen einschließlich deren Einrichtungen gegen unbefugtes Wiedereinschalten in der vorgesehenen Weise? – Weisen die eingesetzten Schlauchleitungen keine der in Abschnitt 4.3.5 genannten Mängel auf? – Bei festgestellten Mängeln ist nach Abschnitt 4.3.6 zu verfahren. – Sind die Schutzmaßnahmen gegen Aufpeitschen und/oder Austritt von Druckflüssigkeit an den relevanten Schlauchleitungen noch vorhanden bzw. installiert? – Wurden die Fristen für wiederkehrende Prüfungen an den eingesetzten Druckgeräten (Hydrospeicher) eingehalten? Gegebenenfalls sind diese vom Betreiber durchzuführen bzw. zu veranlassen. – Wurden die vom Hersteller empfohlenen Wartungsintervalle eingehalten bzw. die Verwendungsdauer von Verschleißteilen beachtet? – Wurden die empfohlenen Wechselintervalle für die Druckflüssigkeit sowie für die Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Reinheitsklasse beachtet? – Bei Änderungen an der Maschine und in der hydraulischen Anlage (Steuerung und Ausrüstung) sowie nach größeren Instandsetzungsarbeiten, insbesondere wenn diese mit Neuverrohrung verbunden sind, muss der Prüfumfang wie für Neuanlagen gemäß Abschnitt 7.1 sinnvoll erweitert werden, z.B.: ▪ Aufbau und Funktion der hydraulischen Steuerung ▪ Druckstöße, Druckverstärkungen ▪ Druckprüfung ▪ Maximale Anlagentemperatur und Geräuschpegel ▪ Energieversorgung (Ein- und Ausschalten, Reduzierung, Ausfall und Wiederkehr) ▪ Auswahl und Einbau von zusätzlichen bzw. neu installierten Rohr- und Schlauchleitungen – Wurden alle Änderungen erfasst und sind diese in die Dokumentation der Maschine eingeflossen?	

F Mitwirkung von Beschäftigten

Aus der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention" (BGV A1)

Allgemeine Unterstützungspflichten und Verhalten

§ 15 (1) Die Versicherten sind verpflichtet, nach ihren Möglichkeiten sowie gemäß der Unterweisung und Weisung des Unternehmers für ihre Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sowie für Sicherheit und Gesundheitsschutz derjenigen zu sorgen, die von ihren Handlungen oder Unterlassungen betroffen sind. Die Versicherten haben die Maßnahmen zur Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren sowie für eine wirksame Erste Hilfe zu unterstützen. Versicherte haben die entsprechenden Anweisungen des Unternehmers zu befolgen. Die Versicherten dürfen erkennbar gegen Sicherheit und Gesundheit gerichtete Weisungen nicht befolgen.

(2) Versicherte dürfen sich durch den Konsum von Alkohol, Drogen oder anderen berauschenden Mitteln nicht in einen Zustand versetzen, durch den sie sich selbst oder andere gefährden können.

(3) Absatz (2) gilt auch für die Einnahme von Medikamenten.

Besondere Unterstützungspflichten

§ 16 (1) Die Versicherten haben dem Unternehmer oder dem zuständigen Vorgesetzten jede von ihnen festgestellte unmittelbare erhebliche Gefahr für die Sicherheit und Gesundheit sowie jeden an den Schutzvorrichtungen und Schutzsystemen festgestellten Defekt unverzüglich zu melden. Unbeschadet dieser Pflicht sollen die Versicherten von ihnen festgestellte Gefahren für die Sicherheit und Gesundheit und Mängel an Schutzvorrichtungen und Schutzsystemen auch der Fachkraft für Arbeitssicherheit, dem Betriebsarzt oder dem Sicherheitsbeauftragten mitteilen.

(2) Stellt ein Versicherter fest, dass im Hinblick auf die Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren

- ein Arbeitsmittel oder eine sonstige Einrichtung einen Mangel aufweist,
- Arbeitsstoffe nicht einwandfrei verpackt, gekennzeichnet oder beschaffen sind

  oder
- ein Arbeitsverfahren oder Arbeitsabläufe Mängel aufweisen,

hat er, soweit dies zu seiner Arbeitsaufgabe gehört und er über die notwendige Befähigung verfügt, den festgestellten Mangel unverzüglich zu beseitigen. Andernfalls hat er den Mangel dem Vorgesetzten unverzüglich zu melden.

Benutzung von Einrichtungen, Arbeitsmitteln und Arbeitsstoffen

§ 17 Versicherte haben Einrichtungen, Arbeitsmittel und Arbeitsstoffe sowie Schutzvorrichtungen bestimmungsgemäß und im Rahmen der ihnen übertragenen Arbeitsaufgaben zu benutzen.

Zutritts- und Aufenthaltsverbote

§ 18 Versicherte dürfen sich an gefährlichen Stellen nur im Rahmen der ihnen übertragenen Aufgaben aufhalten.

Anhang 2

Vorschriften und Regeln

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden Vorschriften und Regel zusammengestellt, die insbesondere bei Hydraulik-Instandhaltungsarbeiten zu beachten sind.

1. Gesetze, Verordnungen

Bezugsquelle: Buchhandel
oder
Carl Heymanns Verlag GmbH,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln.

Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG),

Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Betriebssicherheit, insbesondere

- TRBS 1201 Technische „Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“,
- TRBS 1203 Technische Regel für Betriebssicherheit „Befähigte Personen – Allgemeiner Teil“,

Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe, insbesondere

- TRGS 150 „Hautresorbierbare Gefahrstoffe“,
- TRGS 555 „Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 GefStoffV“.

Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG).

2. Berufsgenossenschaftliche Vorschriften, Regeln und Informationen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Bezugsquelle: zuständige Berufsgenossenschaft
oder
Carl Heymanns Verlag GmbH,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln.

- **Unfallverhütungsvorschriften**
  - Grundsätze der Prävention (BGV A1),
  - Elektrische Anlagen und Betriebsmittel (BGV A3),
  - Lärm (BGV B3)
    (wird voraussichtlich durch die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung abgelöst),
  - Krane (BGV D6),
  - Winden, Hub- und Zuggeräte (BGV D8),
  - Flurförderzeuge (BGV D 27),
  - Fahrzeuge (BGV D29),
  - Leitern und Tritte (BGV D 36),

– **BG-Regeln**
  - Behälter, Silos und enge Räume (BGR 117),
  - Umgang mit beweglichen Straßenbaumaschinen (BGR 118),
  - Ausrüsten von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern (BGR 133),
  - Umgang mit Hydraulikflüssigkeiten (BGR 137),
  - Luftfahrzeug-Instandhaltung (BGR 142),
  - Fahrzeug-Instandhaltung (BGR 157),
  - Hochziehbare Personenaufnahmemittel (BGR 159),
  - Einsatz von Schutzkleidung (BGR 189),
  - Benutzung von Hautschutz (BGR 197),
  - Einsatz von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz (BGR 198),
  - Hydraulik-Schlauchleitungen (BGR 237),
  - Betreiben von Arbeitsmitteln (BGR 500),

– **BG-Informationen**
  - Handlungsanleitung für die Auswahl und den Betrieb von Arbeitsplattformen an Hydraulikbaggern und Ladern (BGI 872).

3. Normen

Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH,
Burggrafenstraße 6,10787 Berlin bzw.
VDE-Verlag GmbH, Postfach 12 23 05, 10591 Berlin.

DIN EN 982 Sicherheit von Maschinen; Sicherheitstechnische Anforderungen; Hydraulik.

4. Sonstige Schriften

Bezugsquelle: Fachausschuss Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau,
Postfach 3780, 55027 Mainz

Fachausschuss-Informationsblatt 015 „Prüfen und Auswechseln von Hydraulik-Schlauchleitungen“, Ausgabe 5/2006

Bezugsquelle: Bosch Rexroth AG
Postfach 300240, 70442 Stuttgart

Allgemeine Betriebsanleitung 0/1 von Bosch, Ausgabe 1.0.